

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19)世界知的所有権機関
国際事務局



(43)国際公開日
2001年11月22日 (22.11.2001)

PCT

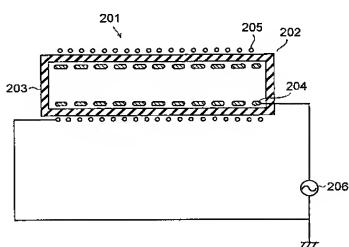
(10)国際公開番号
WO 01/87364 A1

(51) 国際特許分類 ⁷ :	A61L 9/22, F24F 7/00	特願2000-277947	2000年9月13日 (13.09.2000)	JP
(21) 国際出願番号:	PCT/JP01/04140	特願2000-290222	2000年9月25日 (25.09.2000)	JP
(22) 国際出願日:	2001年5月17日 (17.05.2001)	特願2000-304942	2000年10月4日 (04.10.2000)	JP
(25) 国際出願の言語:	日本語	特願2000-305291	2000年10月4日 (04.10.2000)	JP
(26) 国際公開の言語:	日本語	特願2001-47715	2000年10月17日 (17.10.2000)	JP
(30) 優先権データ:		(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シャープ株式会社 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒545-0013 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 Osaka (JP).		
特願2000-146009	2000年5月18日 (18.05.2000)	JP	(72) 発明者; および	
特願2000-220752	2000年7月21日 (21.07.2000)	JP	(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 竹田康堅 (TAKEDA, Yasukata) [JP/JP]. 世古口美徳 (SEKOGUCHI, Yoshinori) [JP/JP]. 古川猛 (FURUKAWA, Takeshi) [JP/JP]. 守川守 (MORIKAWA,	
特願2000-251835	2000年8月23日 (23.08.2000)	JP		
特願2000-253270	2000年8月24日 (24.08.2000)	JP		
特願2000-261135	2000年8月30日 (30.08.2000)	JP		
特願2000-267149	2000年9月4日 (04.09.2000)	JP		

[続葉有]

(54) Title: STERILIZATION METHOD, ION GENERATING ELEMENT, ION GENERATING DEVICE, AND AIR CONDITIONING DEVICE

(54) 発明の名称: 殺菌方法、イオン発生素子、イオン発生装置および空気調節装置



(57) Abstract: A method for sterilization, characterized in that it comprises generating $O_2^- (H_2O)_n$ as a negative ion, wherein n is an arbitrary natural number, and $H^+ (H_2O)_m$ as a positive ion, wherein m is an arbitrary natural number, and feeding the ions into air, to thereby kill bacteria floating in the air through oxidation reactions by hydrogen peroxide H_2O_2 or a radical OH which is an active species formed by chemical reactions caused by the above ions; and an ion generating element which generates the above negative and positive ions. A satisfactory sterilization effect can be achieved by generating the above negative and positive ions in respective amounts of 10,000 pieces/cc or more at positions 10 cm apart from the places for generation of the ions.

(57) 要約:

本発明のイオン発生素子によると、マイナスイオンとして $O_2^- (H_2O)_n$ (n は任意の自然数) とプラスイオンとして $H^+ (H_2O)_m$ (m は任意の自然数) を発生させるとともに、これらのイオンを空气中に送出することにより、これらのイオンが化学反応を起こして生成する活性種としての過酸化水素 H_2O_2 又はラジカル・OHによる酸化反応によって空气中に浮遊する細菌が殺菌される。この場合、マイナスイオンとプラスイオンをそれぞれその発生点から 10 cm 離れた位置において 10,000 個 / cc 以上発生させることにより、充分な殺菌効果が得られる。

WO 01/87364 A1



Mamoru) [JP/JP]. 高野利明 (TAKANO, Toshiaki) [JP/JP]. 野口克利 (NOGUCHI, Katsutoshi) [JP/JP]. 野島秀雄 (NOJIMA, Hideo) [JP/JP]. 西川和男 (NISHIKAWA, Kazuo) [JP/JP]. 宮田昭雄 (MIYATA, Akio) [JP/JP]; 〒545-0013 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 弁理士 佐野静夫(SANO, Shizuo); 〒540-0032 大阪府大阪市中央区天満橋京町2-6 天満橋八千代ビル別館 Osaka (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AU, BR, CA, CN, ID, IL, IN, IS, KR, MX, NO, NZ, PL, SG, US, VN, ZA.

(84) 指定国 (広域): ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 國際調査報告書

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明細書

殺菌方法、イオン発生素子、イオン発生装置および空気調節装置

技術分野

本発明は、マイナスイオンとプラスイオンを発生し殺菌する殺菌方法、マイナスイオンとプラスイオンを発生するイオン発生素子、イオン発生装置および空気調節装置(空気の物性を変化させて所望の雰囲気状態をつくり出す装置であって、例えば、空気清浄機、空気調和機、除湿装置、加湿装置、ファンヒータ(石油および電気を発熱源にするものを含む)、冷蔵庫など)に関するものである。

背景技術

近年、住環境の高気密化に伴い、人体に有害な空気中の浮遊細菌を取り除き、健康で快適な生活を送りたいという要望が強くなっている。この要望に応えるため、各種のフィルタを備えた空気清浄機が開発されている。

しかしながら、このような空気清浄機では、空間の空気を吸引してフィルタにより汚染物質を吸着若しくは分解する方式であるため、長期にわたる使用によりフィルタの交換などのメンテナンスが不可欠であり、しかも、フィルタの特性が充分でないため、満足のいく性能が得られていない。

それに対し、イオン発生装置を用いて、空気中のイオン濃度を増加させる空気清浄機や空気調和機も開発されているが、現在、市販されているものは、マイナスイオンのみを発生させるものであったため、マイナスイオンによる人間をリラックスさせる効果はある程度期待できるものの、空気中の浮遊細菌の積極的な除去についてはほとんど効果が認められていない。

また、このような従来のイオン発生装置は、直流高電圧方式やパルス高電圧方式によりマイナスイオンを放電針からイオンを発生させているので、印加電圧として5kV以上の高電圧を必要とし、このため、製品や周辺の機器などにホコリが多く付着する問題が生じている。更に、高電圧を使用するために機器の安全性に課題があり、安全回路を設置するなどの対策が必要であった。

発明の開示

本発明は、上述した問題点に鑑みてなされたものであり、その目的は、空気中に送出したマイナスイオンとプラスイオンの作用によって、空気中に浮遊する細菌を効率よく殺菌できる殺菌方法を提供することにある。また、そのような殺菌方法の実施に使用するイオン発生素子を提供することを目的とする。更には、そのイオン発生素子を備えることにより、快適でクリーンな住環境を実現できるイオン発生装置および空気調節装置を提供することを目的とする。

上記目的を達成するため、本発明の殺菌方法は、マイナスイオンとプラスイオンを空気中に放出し、これらのイオンの作用によって空気中に浮遊する細菌を殺菌することを特徴とする。

この場合、マイナスイオンとして $O_{2-} (H_2O)_n$ (n は任意の自然数) とプラスイオンとして $H^+ (H_2O)_m$ (m は任意の自然数) を発生させるとともに、これらのイオンを空気中に送出することにより、これらのイオンが化学反応を起こして生成する活性種としての過酸化水素 H_2O_2 又はラジカル・ OH による酸化反応によって空気中に浮遊する細菌が殺菌されるのである。

そして、本発明では、これらのマイナスイオンとプラスイオンの濃度はいずれもその発生点から 10 cm 離れた位置において 10,000 個 / cc 以上であることを特徴とする。充分な殺菌効果を得るためにには、この濃度以上のイオンが必要であることが実験により確かめられている。

また、本発明のイオン発生素子は、マイナスイオンとプラスイオンを発生するイオン発生素子であって、これらのイオンの作用によって空気中に浮遊する細菌を殺菌することを特徴とする。

この場合、マイナスイオンとして $O_{2-} (H_2O)_n$ (n は任意の自然数) とプラスイオンとして $H^+ (H_2O)_m$ (m は任意の自然数) を発生させるとともに、これらのイオンを空気中に送出することにより、これらのイオンがその発生後に更に化学反応を起こして生成する活性種としての過酸化水素 H_2O_2 又はラジカル・ OH による酸化反応によって空気中に浮遊する細菌が殺菌されるのである。

具体的には、誘電体と、該誘電体を挟んで対向する第 1 電極および第 2 電極と

を有し、前記第1電極と前記第2電極との間に交流電圧を印加することにより、マイナスイオンとプラスイオンとを発生させるものである。

このとき、実効値2.0kV以下の比較的低い交流電圧の印加によって、殺菌に有効なマイナスイオンとプラスイオンの濃度を確保できる。具体的にその濃度は、いずれもその発生点から10cm離れた位置において10,000個/cc以上である。

更に具体的には、第1に、円筒形状をした誘電体と、該誘電体を挟んで対向する網状の内電極および網状の外電極とを有し、前記内電極と前記外電極との間に交流電圧を印加することにより、マイナスイオンとプラスイオンとを発生させるものである。

この場合、前記内電極を円筒状にロール加工して前記円筒形状をした誘電体の内周面に沿わすように嵌装したときに、そのロール面の両側端部がオーバーラップして重なり合うようにすると、内電極を容易かつ確実に円筒形状をした誘電体の内周面に密着できる。

そして、前記誘電体の外径を20mm以下、厚みを1.6mm以下、前記内電極の網目を40メッシュ、前記外電極の網目を16メッシュとすると、実効値2.0kV以下の比較的低い交流電圧の印加によって、オゾンの生成を抑制して殺菌に有効なマイナスイオンとプラスイオンの濃度を確保できる。具体的にその濃度は、いずれもその発生点から10cm離れた位置において10,000個/cc以上である。

また、前記誘電体の両端部を弾力性のあるゴム体で閉塞し、該ゴム体によって前記内電極又は前記外電極が前記誘電体の軸方向に位置ずれしないようすることにより、イオン発生素子の性能が安定し、再現性よくマイナスイオンとプラスイオンを発生させることができるようになる。

この場合、前記ゴム体の材質は、オゾンに対して耐久性があるエチレンープロピレンゴムが好適である。

また、前記電極に接続するリード線としては、オゾンに耐久性があるポリフッ化エチレン系樹脂によって被覆されたステンレス鋼線を用いるのがよい。

この場合、前記内電極の板厚は、少なくとも前記リード線の接着できる厚さが

必要である。

また、前記内電極又は前記外電極に前記誘電体との密着状態を向上させる手段を設けると、更にイオン発生素子の性能が安定する。

また、前記誘電体の表面にオゾンの分解を促進する触媒を担持させると、イオン発生素子からイオンとともに副次的に生成するオゾンの濃度が低減される。

なお、前記内電極又は前記外電極にオゾンの分解を促進する触媒を担持させてもよい。

更には、前記誘電体から間隔を隔ててオゾンの分解を促進する触媒を担持したオゾン分解触媒担持部材を設けてもよい。この場合は、前記交流電圧の実効値を2.5 kV以下とすることができる。

本発明のイオン発生素子の第2の構成は、円筒形状をした誘電体と、該誘電体を挟んで対向する板状の内電極および網状の外電極とを有し、前記内電極と前記外電極との間に交流電圧を印加することにより、マイナスイオンとプラスイオンとを発生させるものである。

この構成のものでは、電極間で起こる放電が線対面となり、安定してマイナスイオンとプラスイオンを発生させることができるようになる。そして、上記第1の構成と同様な修飾を付加することにより、同様な効果が得られる。

この場合、前記内電極の平板の平面形状を多数の頂点を有する多角形とすると、前記内電極の平板を円筒状にロール加工したとき、前記頂点の少なくとも一つが円筒の端面部より飛び出ことになる。これにより、内電極の飛び出した頂点部分に電界集中が起りやすくなり、端面部が揃った円筒よりも放電を安定して行うことができるようになる。

そして、前記内電極に穴を複数設け、この穴の周辺部に前記誘電体側に突出する突起を形成すると、電界集中の起りやすい部分が円筒の側面にも拡大されたため、安定した放電を内電極の側面全体において均一に行えるようになる。

そして、本発明のイオン発生装置は、マイナスイオンとプラスイオンを発生させるための交流電圧を前記イオン発生素子に与える高圧交流電源と、前記イオン発生素子から発生したマイナスイオンとプラスイオンを強制的に送風する送風機とを設けたことを特徴とする。

このイオン発生装置によると、高圧交流電源から交流電圧をイオン発生素子に与えてイオン発生素子から発生したマイナスイオンとプラスイオンを送風機によって空気中の広い範囲に送ることができる。そして、これらのイオンに作用よって空気中に浮遊する細菌を殺菌できる。

また、本発明の空気調節装置は、マイナスイオンとプラスイオンを発生させるための交流電圧を前記イオン発生素子に与える高圧交流電源と、前記イオン発生素子から発生したマイナスイオンとプラスイオンを強制的に送風する送風機と、空気を吸い込むための吸込口と、前記吸込口から吸い込んだ空気とともに前記イオン発生素子から発生したマイナスイオンとプラスイオンを前記送風機によって吹き出すための吹出口と、前記吸込口から前記吹出口に至る送風経路に配され空气中に含まれる異物を除去するためのフィルタと、を設けたことを特徴とする。

この空気調節装置によると、高圧交流電源から交流電圧をイオン発生素子に与えてイオン発生素子から発生したマイナスイオンとプラスイオンを送風機によって空気中の広い範囲に送ることができる。そして、これらのイオンに作用よって空気中に浮遊する細菌を殺菌できる。また、空気が循環されることによって空气中に含まれる塵やホコリ、臭い成分がフィルタで除去される。これにより、快適でクリーンな住環境を実現できる。

更に、本発明の空気調節装置は、マイナスイオンとプラスイオンを発生させるための交流電圧を前記イオン発生素子に与える高圧交流電源と、前記イオン発生素子から発生したマイナスイオンとプラスイオンを強制的に送風する送風機と、空気を吸い込むための吸込口と、前記吸込口から吸い込んだ空気とともに前記イオン発生素子から発生したマイナスイオンとプラスイオンを前記送風機によって吹き出すための吹出口と、前記吸込口から前記吹出口に至る送風経路に配され空气中に含まれる異物を除去するためのフィルタと、前記送風経路に配された熱交換器と、を設けたことを特徴とする。

この空気調節装置によると、高圧交流電源から交流電圧をイオン発生素子に印加して、イオン発生素子から発生したマイナスイオンとプラスイオンを送風機によって空気中の広い範囲に送ることができる。そして、これらのイオンに作用よって空気中に浮遊する細菌を殺菌できる。また、空気が循環されることによって、

空気の温度又は湿度が熱交換器で調節されるとともに、空氣中に含まれる塵やホコリ、臭い成分がフィルタによって除去される。これにより、快適でクリーンな住環境を実現できる。

図面の簡単な説明

図 1 は、本発明の第 1 の実施形態に係るイオン発生素子を示す概略的な構成図である。

図 2 は、そのイオン発生素子に用いられるイオン発生電極体を示す平面図である。

図 3 は、本発明の第 2 の実施形態に係るイオン発生素子を備えた空気清浄機を示す概略的な断面図である。

図 4 は、本発明の第 3 の実施形態に係るイオン発生素子を備えた空気調和機を示す概略的な断面図である。

図 5 は、本発明の第 4 の実施形態に係るイオン発生素子を示す概略的な構成図である。

図 6 は、本発明の第 5 の実施形態に係るイオン発生素子を備えた空気清浄機を示す概略的な断面図である。

図 7 は、本発明の第 6 の実施形態に係るイオン発生素子を備えた空気調和機を示す概略的な断面図である。

図 8 は、本発明の第 7 の実施形態に係るイオン発生素子を示す概略的な構成図である。

図 9 は、そのイオン発生素子に用いられるイオン発生電極体を示す断面図である。

図 10 は、そのイオン発生電極体のガラス管の外周面に密着して配設される網状の外電極の一例の製法を説明するための斜視図である。

図 11 は、その外電極の他の例を示す斜視図である。

図 12 は、そのイオン発生電極体のガラス管の内周面に密着して配設される網状の内電極の一例の製法を説明するための斜視図である。

図 13 は、その内電極の他の例の製法を説明するための斜視図である。

- 7 -

図14は、そのイオン発生電極体のガラス管を挟んで対向する内電極と外電極の位置のずれを説明するための平面図である。

図15は、そのイオン発生素子の外電極を接地電位として、高圧交流電源により内電極に実効値1.3～1.8kV、周波数22kHzの交流電圧を印加したときの、ガラス管の側面から10cmの位置におけるマイナスイオンとプラスイオンの濃度を示すグラフである。

図16は、そのイオン発生素子を、縦2.0m、横2.5m、高さ2.7mの対象区域の内部に設置した後、予め培地上で培養した大腸菌を濃度500～1,500個/c.c程度で区域内に散布し、イオン発生素子を動作させるとともに、送風ファンにより区域内の空気を攪拌したときの、ガラス管の側面から10cmの位置におけるマイナスイオンとプラスイオンの濃度と1時間経過後の大腸菌の残存率との関係を示すグラフである。

図17は、大腸菌の残存率の時間変化をイオン濃度別に示したグラフである。

図18Aは、そのイオン発生素子のガラス管として、内径10mm、厚み1.0mm、長さ100mmの円筒型パイレックスガラス管、内電極として、線径0.15mmのステンレス304鋼線を平織りした長さ80mm、目開き数60メッシュの金網、そして外電極として、線径0.22mm、ステンレス304鋼線を平織りした長さ80mm、目開き数30メッシュの金網を使用し、外電極205電位として、内電極に実効値1.1kV又は1.4kV、周波数15kHzの交流電圧を印加したときに、生成するマイナスイオンの濃度とガラス管の側面からの距離との関係を示すグラフである。

図18Bは、そのイオン発生素子を同じ条件で動作させたときに、生成するプラスイオンの濃度とガラス管の側面からの距離との関係を示すグラフである。

図19は、そのイオン発生素子のガラス管の外径を20mm、長さを63mm、厚みを1.6mm、内電極の長さを60mm、外電極の線径を0.4mm、長さを60mm、メッシュ数を16メッシュとし、内電極204のメッシュ数を変えた場合において、実効値約1.8kVの交流電圧をイオン発生電極体に印加したときのガラス管の側面から10cmの位置におけるマイナスイオンとプラスイオンおよびオゾンの濃度との関係を示すグラフである。

- 8 -

図 2 0 は、そのイオン発生素子のガラス管の外径を 2 0 m m 、長さを 6 3 m m 、厚みを 1 . 6 m m 、内電極の線径を 0 . 1 8 m m 、長さを 6 0 m m 、メッシュ数を 4 0 メッシュ、外電極の長さを 6 0 m m とし、外電極のメッシュ数を変えた場合において、実効値約 1 . 8 k V の交流電圧をイオン発生電極体に印加したときのガラス管の側面から 1 0 c m の位置におけるマイナスイオンとプラスイオンおよびオゾンの濃度との関係を示すグラフである。

図 2 1 は、そのイオン発生素子の内電極の線径を 0 . 1 8 m m 、長さを 6 0 m m 、網目を 4 0 メッシュ、外電極の線径を 0 . 4 m m 、長さを 6 0 m m 、網目を 1 6 メッシュとし、ガラス管の長さを 6 3 m m 、厚みを 1 . 2 m m として、ガラス管の外径を 1 7 m m 、2 0 m m 、2 4 m m と変化させたときに、ガラス管の側面から 1 0 c m の位置におけるマイナスイオンの濃度と印加電圧の実効値との関係を示すグラフである。

図 2 2 は、そのイオン発生素子を同じ条件で動作させたときに、ガラス管の側面から 1 0 c m の位置におけるプラスイオンの濃度と印加電圧の実効値との関係を示すグラフである。

図 2 3 は、そのイオン発生素子を同じ条件で動作させたときに、ガラス管の側面から 1 0 c m の位置におけるオゾンの濃度と印加電圧の実効値との関係を示すグラフである。

図 2 4 は、そのイオン発生素子のガラス管の外径を 2 0 m m 、長さを 6 3 m m 、内電極の線径を 0 . 1 8 m m 、長さを 6 0 m m 、網目を 4 0 メッシュ、外電極の線径を 0 . 4 m m 、長さを 6 0 m m 、網目を 1 6 メッシュとし、ガラス管の厚みを 1 . 2 m m としたときに、ガラス管の側面から 1 0 c m の位置におけるマイナスイオン、プラスイオン、オゾンの濃度と印加電圧との関係を示すグラフである。

図 2 5 は、そのイオン発生素子のガラス管の外径を 2 0 m m 、長さを 6 3 m m 、内電極の線径を 0 . 1 8 m m 、長さを 6 0 m m 、網目を 4 0 メッシュ、外電極の線径を 0 . 4 m m 、長さを 6 0 m m 、網目を 1 6 メッシュとし、ガラス管の厚みを 1 . 6 m m としたときに、ガラス管の側面から 1 0 c m の位置におけるマイナスイオン、プラスイオン、オゾンの濃度と印加電圧との関係を示すグラフである。

図 2 6 A は、オゾン分解触媒を担持した触媒担持部材を設けたイオン発生電極

体の一例を示す斜視図である。

図 26 B は、そのイオン発生電極体を示す断面図である。

図 27 は、そのイオン発生電極体のガラス管の内周面に密着して配設される板状の内電極の一例の製法を説明するための斜視図である。

図 28 は、そのイオン発生電極体のガラス管の内周面に密着して配設される板状の内電極の他の例の製法を説明するための斜視図である。

図 29 は、そのイオン発生電極体のガラス管の内周面に密着して配設される板状の内電極の更に他の製法を説明するための斜視図である。

図 30 は、そのイオン発生素子のガラス管の外径を 20 mm、長さを 63 mm、厚みを 1.6 mm とし、板状電極の内電極と網状電極の外電極 205 で、内電極を円筒状で長さを 45 mm、厚みを 0.08 mm、外電極の長さを 60 mm とし、外電極のメッシュ数を変えた場合において、実効値約 1.8 kV の交流電圧をイオン発生電極体に印加したときのガラス管の側面から 10 cm の位置におけるマイナスイオンとプラスイオンの発生量を示すグラフである。

図 31 は、そのイオン発生素子のガラス管の外径を 20 mm、長さを 63 mm、厚みを 1.6 mm とし、板状電極の内電極と網状電極の外電極の関係で、内電極を円筒状で厚みを 0.08 mm、外電極の線径を 0.22 mm、長さを 60 mm、網目を 16 メッシュとし、内電極の長さを変えた場合において、実効値約 1.8 kV の交流電圧をイオン発生電極体に印加したときのガラス管の側面から 10 cm の位置におけるマイナスイオンとプラスイオンの濃度を示すグラフである。

図 32 は、そのイオン発生素子のガラス管の外径を 20 mm、長さを 63 mm、厚みを 1.6 mm とし、板状電極の内電極と網状電極の外電極の関係で、内電極を円筒状で厚みを 0.08 mm、長さを 50 mm、外電極の線径を 0.22 mm、網目を 16 メッシュとし、外電極の長さを変えた場合において、実効値約 1.8 kV の交流電圧をイオン発生電極体に印加したときのガラス管の側面から 10 cm の位置におけるマイナスイオンとプラスイオンの発生量を示すグラフである。

図 33 A は、そのイオン発生電極体のガラス管の外周面に密着して配設される網状の外電極の一例を一部を破碎して示す平面図である。

図 33 B は、その外電極をしたガラス管に密着して配設した状態を示す断面図

である。

図 3 4 A は、そのイオン発生電極体のガラス管の外周面に密着して配設される網状の外電極の他の例を一部を破碎して示す平面図である。

図 3 4 B は、その外電極をしたガラス管に密着して配設した状態を示す断面図である。

図 3 5 は、本発明の第 8 の実施形態に係るイオン発生装置の一例を示す断面図である。

図 3 6 は、本発明の第 9 の実施形態に係るイオン発生素子を搭載した空気清浄機の一例を示す分解斜視図である。

図 3 7 は、その空気清浄機の本体を示す斜視図である。

図 3 8 は、その空気清浄機を示す側面断面図である。

図 3 9 は、その空気清浄機を示す背面斜視図である。

図 4 0 は、その空気清浄機の内部に形成される送風経路を説明するための概念図である。

図 4 1 は、その空気清浄機のバイパス通路およびイオン発生電極体を示す部分拡大図である。

図 4 2 A は、その空気清浄機のイオン発生電極体に実効値 1. 1 kV の交流電圧を印加するとともに、送風ファンを運転したときに、イオン発生電極体から生成するオゾンの濃度と吹出口からの距離との関係を示すグラフである。

図 4 2 B は、その空気清浄機のイオン発生電極体に実効値 1. 4 kV の交流電圧を印加するとともに、送風ファンを運転したときに、イオン発生電極体から生成するオゾンの濃度と吹出口からの距離との関係を示すグラフである。

図 4 3 は、本発明の第 1 0 の実施形態に係るイオン発生素子を備えた空気調和機を示す概略的な断面図である。

図 4 4 は、本発明の第 1 1 の実施形態に係るイオン発生素子を備えた空気調和機の制御装置の基本構成を示すブロック図である。

図 4 5 は、本発明の第 1 2 の実施形態に係るイオン発生素子を備えた空気調和機の制御装置の基本構成を示すブロック図である。

図 4 6 は、本発明の第 1 3 の実施形態に係るイオン発生素子を備えた空気調和

- 11 -

機の制御装置の基本構成を示すブロック図である。

図47は、本発明の第14の実施形態に係るイオン発生装置ユニットを示す分解斜視図である。

図48は、そのイオン発生装置ユニットのユニット本体前を示す斜視図である。

図49Aは、そのイオン発生装置ユニットのイオン発生電極体の装着状態を示す断面図である。

図49Bは、同じくイオン発生電極体の装着状態を示す分解正面図である。

図50は、そのイオン発生装置ユニットのユニット本体後左を示す斜視図である。

図51は、そのイオン発生装置ユニットのユニット本体後右を示す斜視図である。

図52は、そのイオン発生装置ユニットのサブ送風機ユニットを示す斜視図である。

図53は、本発明の第15の実施形態に係るイオン発生装置ユニットを搭載した空気調和機を示す正面斜視図である。

図54は、その空気調和機の前パネルを開いた状態の正面斜視図である。

図55は、その空気調和機の本体表示装置を拡大して示す正面図である。

図56は、その空気調和機のリモコンを示す斜視図である。

図57は、その空気調和機の室内機を示す側面断面図である。

図58は、同じく室内機のイオン発生電極体の配設位置での側面断面図である。

図59は、同じく室内機のイオン発生装置ユニットの配設位置より左方での側面断面図である。

図60は、同じく室内機のイオン発生装置ユニットの配設位置より右方での側面断面図である。

図61は、その空気調和機を示す概略的な全体構成図である。

図62は、本発明の第16の実施形態に係るイオン発生装置ユニットを備えた空気調和機の室内機を示す斜視図である。

図63は、その室内機の前パネルを空けた状態を示す斜視図である。

図64は、その空気調和機の液晶表示装置を拡大して示す正面図である。

- 12 -

図 6 5 は、その空気調和機のリモコンを示す拡大図である。

図 6 6 は、その空気調和機の室内機を示す側面断面図である。

図 6 7 は、その空気調和機を示す概略的な全体構成図である。

図 6 8 は、その空気調和機に搭載されるイオン発生装置ユニットを示す断面図である。

図 6 9 A は、そのイオン発生装置ユニットの第 1 吹出口を開塞して第 2 吹出口を開放した状態を示す断面図である。

図 6 9 B は、そのイオン発生装置ユニットの第 1 吹出口を開放して第 2 吹出口を開塞した状態を示す断面図である。

図 7 0 は、その空気調和機の制御装置のブロック図である。

図 7 1 は、そのイオン発生装置ユニットの他の例を示す断面図である。

図 7 2 は、そのイオン発生装置ユニットの更に他の例を示す断面図である。

図 7 3 は、そのイオン発生装置ユニット用の接続端子のある空気調和機の室内機の前パネルを開けた状態を示す斜視図である。

図 7 4 は、本発明の第 1 7 の実施形態に係るイオン発生素子を示す概略的な構成図である。

図 7 5 は、そのイオン発生素子を使用し、オゾンの初期濃度が 0. 0 0 1 p p m 以下の雰囲気から 6 分間電源スイッチを ON に保持し、その後 OFF に切り換えたときのオゾン濃度の変化を示すグラフである。

図 7 6 は、本発明の第 1 8 の実施形態に係る空気清浄機を示す概略的な側面断面図である。

図 7 7 は、本発明の第 1 9 の実施形態に係る空気調和機を示す概略的な側面断面図である。

図 7 8 は、本発明の第 2 0 の実施形態に係る空気清浄機を示す概略的な側面断面図である。

図 7 9 は、その空気清浄機のイオン発生電極体のガラス管として、外径 1. 2 m m 、厚み 1. 0 m m 、長さ 150 m m の円筒型パイレックスガラス管、内電極として、線径 0. 23 m m のステンレス 304 鋼線を平織りした長さ 80 m m 、目開き数 48 メッシュの金網、そして外電極として、線径 0. 15 ~ 0. 22 m m 、

- 13 -

ステンレス 304 鋼線を平織りした長さ 80 mm、目開き数 9 ~ 100 メッシュの金網を使用し、外電極を接地電位として、内電極に実効値 1.1 ~ 1.4 kV、周波数 15 Hz の交流電圧を印加した場合において、ガラス管の側面から 20 cm 離れた位置におけるマイナスイオンとプラスイオンの濃度を示すグラフである。

図 80 は、その空気清浄機のイオン発生電極体と同じ条件で交流電圧を印加した場合において、ガラス管の側面から 20 cm 離れた位置におけるオゾンの濃度を示すグラフである。

図 81 は、本発明の第 21 の実施形態に係る空気調和機を示す概略的な側面断面図である。

図 82 は、本発明のイオン発生素子の動作によって生成するマイナスイオンとプラスイオンの構造を説明するための模式図である。

図 83 は、そのマイナスイオンとプラスイオンの作用によって空気中の浮遊細菌、ウイルス、臭い分子などが分解される仕組みを説明するための模式図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、本発明の具体的な実施形態を図面を参照しながら説明する。図 1 は本発明の第 1 の実施形態に係るイオン発生素子 1 を示す概略的な構成図であり、図 2 はそのイオン発生素子 1 に用いられるイオン発生電極体 2 を示す平面図である。

本実施形態のイオン発生素子 1 は、図 1 に示すように、誘電体であるガラス板 3 を挟んで対向する第 1 、第 2 電極 4 , 5 を有するイオン発生電極体 2 と、第 1 電極 4 を電圧印加用電極として接続されるとともに、第 2 電極 5 を接地用電極として接続された高圧交流電源 6 とから構成されている。

イオン発生電極体 2 は、図 1 および図 2 に示すように、平板型ガラス板 3 と、そのガラス板 3 の一方の面に密着するように配設した第 1 電極 4 と、そのガラス板 3 の他方の面に密着するように配設した第 2 電極 5 とを備えている。

なお、図 2 のイオン発生電極体 2 では、誘電体としてガラス板 3 を用いているが、これに限定されるものではなく、絶縁性を有するものであれば何でもよい。

また、その形状についても特に限定はなく、搭載する機器の形状、構造などから適宜決定すればよい。

ガラス板3としては、例えば、平板型パイレックスガラス板を用いることができる。また、第1，第2電極4，5としては、例えば、ステンレス316又は304鋼線を平織りした金網を用いることができる。

また、イオン発生効率を向上させる観点から、第1電極4および第2電極5をガラス板3に密着させている。第1，第2電極4，5をガラス板3に密着させるには、接着の他、針金などを巻き付けて圧着する、スクリーン印刷などの従来公知の方法を用いて容易に行うことができる。

以上のように構成されたイオン発生素子1の動作について実施例を挙げて以下に説明するが、本実施形態のイオン発生素子1は以下の実施例に限定されず、動作条件などに適宜変更を加えて動作させることができる。

<実施例1>

ガラス板3として、55mm×55mm、厚み1.0mmの平板型パイレックスガラス板、第1，第2電極4，5として、線径0.23mmのステンレス304鋼線を平織りした33mm×33mm、目開き数48メッシュの金網を使用した。なお、「メッシュ」とは、長さ1インチについての孔の数を意味する。従って、メッシュ数の大きいものほど網目が細かい。

そして、第2電極5を接地電位として、高圧交流電源6により第1電極4に、実効値3.0kV、周波数20kHzの交流電圧を印加した。そして、ガラス板3の第1電極4が配設されている側の表面から10cmの距離の位置に設けた測定点において、(株)ダン科学製空気イオンカウンタ83-1001Bによって移動度 $1\text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ 以上のマイナスイオンとプラスイオンの濃度を測定した。その結果、6万～7万個/cc程度のマイナスイオンとプラスイオンが検出された。なお、オゾン濃度は、0.01～0.06ppm以下であった。

従って、実効値3.0kVの比較的低い交流電圧を印加して、イオン発生素子1を動作させることによって、充分量のマイナスイオンとプラスイオンを空間に発生させることができる。

<実施例2>

- 15 -

ガラス板3として、55mm×55mm、厚み0.23mmの平板型パイレックスガラス板、そして第1、第2電極4、5として、線径0.23mmのステンレス304鋼線を平織りした33mm×33mm、目開き数48メッシュの金網を使用した。

そして、第1電極4を接地電位として、高圧交流電源6により第2電極5に、実効値1.5kV、周波数30kHzの交流電圧を印加した。そして、ガラス板3の第1電極4が配設されている側の表面から10cmの距離の位置に設けた測定点において、(株)ダン科学製空気イオンカウンタ83-1001Bによって移動度 $1\text{ cm}^2/\text{V}\cdot\text{sec}$ 以上のマイナスイオンとプラスイオンの濃度を測定した。その結果、マイナスイオンの濃度は14,998個/ccであり、プラスイオンの濃度は19,686個/ccであった。なお、オゾン濃度は、0.05ppmであった。

従って、実効値1.5kVの比較的低い交流電圧を印加して、イオン発生素子1を動作させることによって、充分量のマイナスイオンとプラスイオンを空間に発生させることができる。しかも、印加電圧の周波数が30kHzと、人間可聴周波数帯域の範囲外であるため、イオン発生素子1の動作中に、第1、第2電極4、5間で起こる放電による騒音もなく、静かである。

本発明の第2の実施形態について図面を参照して説明する。図3は、本発明の第2の実施形態に係るイオン発生素子1を備えた空気清浄機300を示す概略的な断面図である。

空気清浄機300の本体301の内部奥方には、送風ファン302が配設されている。また、本体301の前面には、多数の孔やスリットからなる空気の吸込口303が形成されている。そして、吸込口303の下流側には、除塵や脱臭のための各種のフィルタ304が設けられている。また、本体301の上部には、多数の孔やスリットからなる空気の吹出口305が形成されている。これにより、吸込口303からフィルタ304を通って、吹出口305に達する送風経路が本体301の内部に形成される。

そして、その送風経路の吹出口305の近傍に上記第1の実施形態のイオン発生素子1(図1参照)のイオン発生電極体2を設けている。この場合、交流高圧

- 16 -

電源 6 (図 1 参照) は送風ファン 302 を駆動する電源とは別途に設けててもよいし、共通の電源であっても構わない。共通の電源とする場合は、制御部 (図示せず) によって送風ファン 302 の駆動と、イオン発生素子 1 の動作とが個別に制御されるようになると、空気清浄機 300 の運転時に、イオン発生素子 1 の動作を必要に応じて ON/OFF で使い勝手がよくなる。

以上のような構成を有する空気清浄機 300 を運転すると、送風ファン 302 が回転され、吸入口 303 から送風経路に吸い込まれた空気は、フィルタ 304 を通過する過程で塵や臭い成分が除去された後、吹出口 305 から吹き出される。このとき、イオン発生素子 1 の動作を ON にすると、イオン発生電極体 2 の近傍の空間に発生したマイナスイオンとプラスイオンも清浄な空気とともに吹き出されることになる。従って、このマイナスイオンとプラスイオンの作用によって、空気中の浮遊細菌を殺菌除去できる。

ここで、マイナスイオンとプラスイオンの作用によって空気中の浮遊細菌が殺菌除去される仕組みについて簡単に説明する。イオン発生素子 1 の動作によってガラス板 3 を挟んで対向する第 1 電極 4 と第 2 電極 5 の間でプラズマ放電が起こり、空気中に含まれる水蒸気の分子をマイナスイオンとプラスイオンに電離させる。

このとき、図 8 2 に示すように、プラスイオンとしては、水素イオン水和物 $H^+(H_2O)_m$ が生成し、マイナスイオンとしては、酸素イオン水和物 $O_2^-(H_2O)_n$ が生成する。ここで、 m 、 n はいずれも任意の自然数である。

これらのイオンが空気中の細菌の表面に付着すると、図 8 3 に示すように、直ちに活性種である水酸化ラジカル ($OH\cdot$) を生成し、細菌の細胞から水素原子を引き抜いて殺菌るのである。なお、この化学反応は酸化反応であって、上記のラジカル $OH\cdot$ には殺菌のみならず、空気中に含まれる臭いのもととなる様々な分子を酸化して無臭化する作用もあるのである。

次に、本実施形態の空気清浄機 300 による空気中の浮遊細菌の殺菌性能について実施例を挙げて以下に説明するが、本実施形態の空気清浄機 300 は以下の実施例に限定されず、動作条件などに適宜変更を加えて動作させることができる。

< 実施例 3 >

上記実施例 1 で使用したイオン発生素子 1 を搭載した空気清浄機 300 を、縦 2.0 m、横 2.5 m、高さ 2.7 m の対象区域の内部に設置した。そして、予め培地上で培養した一般生菌と真菌を区域内に散布した。同時に、上記実施例 1 と同じ条件でイオン発生素子 1 を動作させるとともに、送風ファン 302 を駆動して空気清浄機 300 の運転を開始した。

そして、所定の時間の経過ごとに、ドイツ Biostest 社製 RCS エアーサンプラーを用いて 40 L/m in の速度で区域内の空気を吸引し、4 分間のサンプリングを行うことにより、空気中の細菌の数を計測した。その結果を表 1 に示す。

空気清浄機 300 の運転を開始してから 3 時間後、区域内の一般生菌は 72%、真菌は 75% が除去されていた。従って、本実施形態のイオン発生素子 1 を備えた空気清浄機 300 によると、送出されるマイナスイオンとプラスイオンの作用によって良好に空気中の浮遊細菌の大部分を殺菌除去できることが裏付けられた。

本発明の第 3 の実施形態について図面を参照して説明する。図 4 は、本発明の第 3 の実施形態に係るイオン発生素子 1 を備えた空気調和機 400 を示す概略的な断面図である。

空気調和機 400 の本体 401 の内部奥方には、送風ファン 402 が配設されている。また、本体 401 の前面および上方には、多数の孔やスリットからなる空気の吸込口 403 が形成されている。そして、吸込口 403 の下流側には、除塵や脱臭のための各種のフィルタ 404 が設けられている。更に、フィルタ 404 の下流側には、熱交換器 406 が設けられている。そして、本体 401 の吸込口 403 の下方には、風向き調整用のルーバを備えた吹出口 405 が形成されている。これにより、吸込口 403 からフィルタ 404 と熱交換器 406 を通って、吹出口 405 に達する送風経路が本体 401 の内部に形成される。

そして、その送風経路の吹出口 405 の近傍に上記第 1 の実施形態のイオン発生素子 1 (図 1 参照) のイオン発生電極体 2 を設けている。この場合、交流高圧電源 6 (図 1 参照) は送風ファン 402 を駆動する電源とは別途に設けてもよいし、共通の電源であっても構わない。共通の電源とする場合は、制御部 (図示せず) によって送風ファン 402 やコンプレッサ (図示せず) の駆動と、イオン発

生素子 1 の動作とが個別に制御されるようにすると、空気調和機 400 の運転時に、イオン発生素子 1 の動作を必要に応じて ON/OFF できて使い勝手がよくなる。

以上のような構成を有する空気調和機 400 を運転すると、送風ファン 402 が回転され、吸込ロ 403 から送風経路に吸い込まれた空気は、フィルタ 404 を通過する過程で塵や臭い成分が除去された後、熱交換器 406 で冷媒と熱交換され、吹出口 405 から吹き出される。このとき、イオン発生素子 1 の動作を ON にすると、イオン発生電極体 2 の近傍の空間に発生したマイナスイオンとプラスイオンも清浄な空気とともに、吹き出されることになる。従って、このマイナスイオンとプラスイオンの作用によって、空気中の浮遊細菌を殺菌除去できる。

次に、本実施形態の空気調和機 400 による空気中の浮遊細菌の殺菌性能について実施例を挙げて以下に説明するが、本実施形態の空気調和機 400 は以下の実施例に限定されず、動作条件などに適宜変更を加えて動作させることができる。

<実施例 4>

上記実施例 1 で使用したイオン発生素子 1 を搭載した空気調和機 400 を、縦 2.0m、横 2.5m、高さ 2.7m の対象区域の内部に設置した。そして、予め培地上で培養した一般生菌と真菌を区域内に散布した。同時に、上記実施例 1 と同じ条件でイオン発生素子 1 を動作させるとともに、送風ファン 402 を駆動して空気調和機 400 の運転を開始した。

そして、所定の時間の経過ごとに、ドイツ Biostest 社製 RCS エーサンプレーを用いて 40L/m in の速度で区域内の空気を吸引し、4 分間のサンプリングを行うことにより、空気中の細菌の数を計測した。その結果を表 2 に示す。

空気調和機 400 の運転を開始してから 3 時間後、区域内の一般生菌は 75%、真菌は 78% が除去されていた。従って、本実施形態のイオン発生素子 1 を備えた空気調和機 400 によると、送出されるマイナスイオンとプラスイオンの作用によって良好に空気中の浮遊細菌の大部分を殺菌除去できることが裏付けられた。

本発明の第 4 の実施形態について図面を参照して説明する。図 5 は、本発明の第 4 の実施形態に係るイオン発生素子 101 を示す概略的な断面図である。

- 19 -

本実施形態のイオン発生素子 101 は、図 5 に示すように、互いに対向する第 1, 第 2 電極 104, 105 を有するイオン発生電極体 102 と、第 1 電極 104 を電圧印加用電極として接続されるとともに、第 2 電極 105 を接地用電極として接続された高圧交流電源 106 とから構成されている。

イオン発生電極体 102 は、図 5 に示すように、誘電体である平板型ガラス板 103 と、そのガラス板 103 の内部に埋設された第 1 電極 104 と、そのガラス板 103 の一方の面に密着するように配設された第 2 電極 105 とを備えている。

なお、図 5 のイオン発生電極体 102 では、誘電体としてガラス板 103 を用いているが、これに限定されるものではなく、絶縁性を有するものであれば何でもよい。また、その形状についても特に限定はなく、搭載する機器の形状、構造などから適宜決定すればよい。

ガラス板 103 としては、例えば、平板型パイレックスガラス板を用いることができる。また、第 1, 第 2 電極 104, 105 としては、例えば、ステンレス 316 又は 304 鋼線を平織りした金網を用いることができる。

第 1 電極 104 をガラス板 103 の内部に埋設するには、従来公知の方法を用いることができ、例えば、所定のサイズの鋳型内において板状に溶融したガラス中に網状の第 1 電極 104 を浸漬して位置決めした後、ガラスを冷却して凝固させることで容易に行える。

また、イオン発生効率を向上させる観点から、第 2 電極 105 をガラス板 103 に密着させている。第 2 電極 105 をガラス板 103 に密着させるには、接着の他、針金などを巻き付けて圧着する、スクリーン印刷などの従来公知の方法を用いて容易に行うことができる。

以上のように構成されたイオン発生素子 101 の動作について実施例を挙げて以下に説明するが、本発明のイオン発生素子 101 は以下の実施例に限定されず、動作条件などに適宜変更を加えて動作させることができる。

< 実施例 5 >

ガラス板 103 として、35 mm × 35 mm、厚み 3.0 mm の平板型パイレックスガラス板、第 1 電極 104、第 2 電極 105 として、線径 0.23 mm の

- 20 -

ステンレス 304 鋼線を平織りした 33 mm × 33 mm、目開き数 48 メッシュの金網を使用した。また、互いに対向する第 1、第 2 電極 104、105 間の間隔（図 5 中の d）は、1.0 mm の距離に設定した。

そして、第 2 電極 105 を接地電位として、高圧交流電源 106 により第 1 電極 104 に、実効値 3.0 kV、周波数 20 kHz の交流電圧を印加した。そして、ガラス板 103 の第 1 電極 104 が配設されている側の表面から 10 cm の距離の位置に設けた測定点において、（株）ダン科学製空気イオンカウンタ 83-1001B によって移動度 $1 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ 以上のマイナスイオンとプラスイオンの濃度を測定した。その結果、約 5 万個/cc 程度のマイナスイオンとプラスイオンが検出された。なお、オゾン濃度は、0.05 ppm であった。

従って、実効値 3.0 kV の比較的低い交流電圧を印加して、イオン発生素子 101 を動作させることによって、充分量のマイナスイオンとプラスイオンを空間に発生させることができる。特に、本実施形態のイオン発生素子 101 によると、第 1 電極 104 はガラス板 103 内に埋設されているため、第 1 電極 104 が空气中に露出することがない。そのため、第 1 電極 104 に塵やホコリが付着して汚染されることがなく、清掃などのメンテナンスの手間が大幅に省かれる。

本発明の第 5 の実施形態について図面を参照して説明する。図 6 は、本発明の第 5 の実施形態に係るイオン発生素子 101 を備えた空気清浄機 300 を示す概略的な断面図である。

空気清浄機 300 の本体 301 の内部奥方には、送風ファン 302 が配設されている。また、本体 301 の前面には、多数の孔やスリットからなる空気の吸込口 303 が形成されている。そして、吸込口 303 の下流側には、除塵や脱臭のための各種のフィルタ 304 が設けられている。また、本体 301 の上部には、多数の孔やスリットからなる空気の吹出口 305 が形成されている。これにより、吸込口 303 からフィルタ 304 を通って、吹出口 305 に達する送風経路が本体 301 の内部に形成される。

そして、その送風経路の吹出口 305 の近傍に上記第 4 の実施形態のイオン発生素子 101（図 5 参照）のイオン発生電極体 102 を設けている。この場合、交流高圧電源 106（図 5 参照）は送風ファン 302 を駆動する電源とは別途に

設けててもよいし、共通の電源であっても構わない。共通の電源とする場合は、制御部（図示せず）によって送風ファン302の駆動と、イオン発生素子101の動作とが個別に制御されるようにすると、空気清浄機300の運転時に、イオン発生素子101の動作を必要に応じてON/OFFできて使い勝手がよくなる。

以上のような構成を有する空気清浄機300を運転すると、送風ファン302が回転され、吸入口303から送風経路に吸い込まれた空気は、フィルタ304を通過する過程で塵や臭い成分が除去された後、吹出口305から吹き出される。このとき、イオン発生素子101の動作をONにすると、イオン発生電極体102の近傍の空間に発生したマイナスイオンとプラスイオンも清浄な空気とともに吹き出されることになる。従って、このマイナスイオンとプラスイオンの作用によって、空気中の浮遊細菌を殺菌除去できる。

次に、本実施形態の空気清浄機300による空気中の浮遊細菌の殺菌性能について実施例を挙げて以下に説明するが、本実施形態の空気清浄機300は以下の実施例に限定されず、動作条件などに適宜変更を加えて動作させることができる。

<実施例6>

上記実施例5で使用したイオン発生素子101を搭載した空気清浄機300を、縦2.0m、横2.5m、高さ2.7mの対象区域の内部に設置した。そして、予め培地上で培養した一般生菌と真菌を区域内に散布した。同時に、上記実施例5と同じ条件でイオン発生素子101を動作させるとともに、送風ファン302を駆動して空気清浄機300の運転を開始した。

そして、所定の時間の経過ごとに、ドイツ Biotest 社製RCSエアサンプラーを用いて40L/m i nの速度で区域内の空気を吸引し、4分間のサンプリングを行うことにより、空気中の細菌の数を計測した。その結果を表3に示す。

空気清浄機300の運転を開始してから3時間後、区域内の一般生菌は71%、真菌は76%が除去されていた。従って、本実施形態のイオン発生素子101を備えた空気清浄機300によると、送出されるマイナスイオンとプラスイオンの作用によって良好に空気中の浮遊細菌の大部分を殺菌除去できることが裏付けられた。

本発明の第6の実施形態について図面を参照して説明する。図7は、本発明の

- 22 -

第6の実施形態に係るイオン発生素子101を備えた空気調和機400を示す概略的な断面図である。

空気調和機400の本体401の内部奥方には、送風ファン402が配設されている。また、本体401の前面および上方には、多数の孔やスリットからなる空気の吸入口403が形成されている。そして、吸入口403の下流側には、除塵や脱臭のための各種のフィルタ404が設けられている。更に、フィルタ404の下流側には、熱交換器406が設けられている。そして、本体401の吸入口403の下方には、風向き調整用のルーバを備えた吹出口405が形成されている。これにより、吸入口403からフィルタ404と熱交換器406を通って、吹出口405に達する送風経路が本体401の内部に形成される。

そして、その送風経路の吹出口405の近傍に上記第4の実施形態のイオン発生素子101（図5参照）のイオン発生電極体102を設けている。この場合、交流高圧電源106（図5参照）は送風ファン402を駆動する電源とは別途に設けててもよいし、共通の電源であっても構わない。共通の電源とする場合は、制御部（図示せず）によって送風ファン402やコンプレッサ（図示せず）の駆動と、イオン発生素子101の動作とが個別に制御されるようになると、空気調和機400の運転時に、イオン発生素子101の動作を必要に応じてON/OFF できて使い勝手がよくなる。

以上のような構成を有する空気調和機400を運転すると、送風ファン402が回転され、吸入口403から送風経路に吸い込まれた空気は、フィルタ404を通過する過程で塵や臭い成分が除去された後、熱交換器406で冷媒と熱交換され冷却又は加熱され、吹出口405から吹き出される。このとき、イオン発生素子101の動作をONにすると、イオン発生電極体102の近傍の空間に発生したマイナスイオンとプラスイオンも清浄な空気とともに吹き出されることになる。従って、このマイナスイオンとプラスイオンの作用によって、空気中の浮遊細菌を殺菌除去できる。

次に、本実施形態の空気調和機400による空気中の浮遊細菌の殺菌性能について実施例を挙げて以下に説明するが、本実施形態の空気調和機400は以下の実施例に限定されず、動作条件などに適宜変更を加えて動作させることができる。

<実施例 7 >

上記実施例 5 で使用したイオン発生素子 101 を搭載した空気調和機 400 を、縦 2.0 m、横 2.5 m、高さ 2.7 m の対象区域の内部に設置した。そして、予め培地上で培養した一般生菌と真菌を区域内に散布した。同時に、上記実施例 5 と同じ条件でイオン発生素子 101 を動作させるとともに、送風ファン 402 を駆動して空気調和機 400 の運転を開始した。

そして、所定の時間の経過ごとに、ドイツ Biostest 社製 RCS エーサンプラーを用いて 40 L/m in の速度で区域内の空気を吸引し、4 分間のサンプリングを行うことにより、空気中の細菌の数を計測した。その結果を表 4 に示す。

空気調和機 400 の運転を開始してから 3 時間後、区域内の一般生菌は 74%、真菌は 78% が除去されていた。従って、本実施形態のイオン発生素子 101 を備えた空気調和機 400 によると、送出されるマイナスイオンとプラスイオンの作用によって良好に空気中の浮遊細菌の大部分を殺菌除去できることが裏付けられた。

ところで、上記の実施形態では、イオン発生電極体に用いられる誘電体はいずれも平板型としたが、イオン発生素子を空気調節装置に実装する際には、誘電体の表面積を充分に確保しながらイオン発生電極体の省スペース化を図ることも重要な課題となる。本願発明者らはこの課題の糸口を模索する過程で、誘電体を円筒形状とすることを見出した。

本発明の第 7 の実施形態について図面を参照して説明する。図 8 は、本発明の第 7 の実施形態に係るイオン発生素子 201 を示す概略的な構成図であり、図 9 はそのイオン発生素子 201 に用いられるイオン発生電極体 202 を示す断面図である。

本実施形態のイオン発生素子 201 は、図 8 に示すように、誘電体である円筒型ガラス管 203 を挟んで対向する内、外電極 204、205 を有するイオン発生電極体 202 と、内電極 204 を電圧印加用電極として接続されるとともに、外電極 205 を接地用電極として接続された高圧交流電源 206 とから構成されている。外電極 205 を接地用電極としたのは、使用者が、もし誤ってイオン発生電極体 202 に触れた場合でも感電する恐れがないためである。

- 24 -

イオン発生電極体 202 は、図 9 に示すように、円筒型ガラス管 203 と、そのガラス管 203 の内周面に密着するように配設した内電極 204 と、ガラス管 203 の外周面に密着するように配設した外電極 205 と、ガラス管 203 の両側端に嵌着された一対の栓部材 7, 8 を有している。

なお、図 9 のイオン発生電極体 202 では、誘電体としてガラス管 203 を用いているが、これに限定されるものではなく、絶縁性を有するものであれば何でもよい。また、その形状についても特に限定はなく、搭載する機器の形状、構造などから適宜決定すればよい。

ガラス管 203 としては、例えば、円筒型パイレックスガラス管を用いることができる。また、内、外電極 204, 205 としては、例えば、ステンレス 316 又は 304 鋼線を平織りした金網を用いることができる。

また、イオン発生効率を向上させる観点から、内電極 204 および外電極 205 をガラス管 203 に密着させている。内、外電極 204, 205 をガラス管 203 に密着させるには、従来公知の方法を用いればよい。

外電極 205 をガラス管 203 に密着させるには、例えば次のようにすればよい。図 10 を参照して、円筒としたときに針金が円筒の軸に対し 45° の角度を有するように、平織り金網をロール加工して円筒とし、両側端を重ねて溶着して外電極 205 を作製する。このとき、作製した外電極 205 の内径はガラス管 203 の外径よりも小さく設定しておく。

そして、軸線方向（図では上下方向）から外電極 205 に力を加え、外電極 205 を軸方向に圧縮する。すると、外電極 205 は半径方向に広がるので、この間にガラス管 203 を外電極 205 に挿入する。そして加えていた力を緩めると、外電極 205 は元の状態に戻ろうとして軸方向に伸びる結果、半径方向に縮む。これにより、外電極 205 はガラス管 203 にぴったりと密着する。

外電極 205 をガラス管 203 に密着させる他の方法として、図 11 を参照して、円筒状の外電極 205 の軸線方向に、半径方向の外方に断面逆 V 字状のリブ 205a を設けるとともに、外電極 205 の内径をガラス管 203 の外径よりも小さく設定しておく。そして、この外電極 205 にガラス管 203 を圧入していくと、逆 V 字状のリブ 205a の 2 辺からなる挾角が広がって外電極 205 の内

- 25 -

径が大きくなるので、外電極 205 にガラス管 203 を挿入できるようになる。ガラス管 203 を外電極 205 に挿入した後、逆 V 字状のリブ 205a には元の状態に戻ろうとする力が生じるので、外電極 205 とガラス管 203 は良好に密着する。

一方、内電極 204 をガラス管 203 に密着させる方法としては、例えば、次のような方法がある。図 12 を参照して、平織り金網をロール加工して円筒とすることにより内電極 204 を作製する。このとき、内電極 204 の外径はガラス管 203 の内径よりも大きく設定するとともに、内電極 204 の両側端は溶着せず自由端としておく。そして、内電極 204 の一方の側端を軸線方向に力を加えて、いわば筒を丸め込むようにしてガラス管 203 の内径 (D) よりも大きくめにした内電極 204 の外径を、ガラス管 203 の内径よりも小さな径 ($D - \alpha'$) とし、内電極 204 をガラス管 203 に挿入する。挿入後、接線方法に加えていた力を開放すると、元の状態に戻ろうとする内電極 204 の力により内電極 204 はガラス管 203 の内周面に密着する。

内電極 204 をガラス管 203 に密着させる他の方法として、図 13 を参照して、平織り金網をロール加工して円筒とすることにより内電極 204 を作製する。このとき、内電極 204 の外径はガラス管 203 の内径よりも大きく設定するとともに、内電極 204 の両側端は溶着せず自由端としておく。そして、内電極 204 の一方の側端を軸線方向に捻れた状態で伸びる。これにより、内電極 204 の外径が小さくなつてガラス管 203 の挿入可能となり、挿入後、内電極 204 に加えていた力を開放すると、内電極 204 は元に戻ろうとして外径が大きくなりガラス管 203 の内周面に密着する。

図 9において、栓部材 7, 8 は円盤状をなし、一方側の周縁部に周突部 7b, 8b がそれぞれ形成され、周突部 7b, 8b の中方付近にはガラス管 203 の側端が嵌着する周溝 7c, 8c がそれぞれ円周方向に形成されている。そして、栓部材 7, 8 の側面には、イオン発生電極体 202 を取り付けるための外周溝 7d, 8d がそれぞれ形成されている。また、栓部材 7 の中心には薄膜が形成された孔 7a が設けられており、この薄膜には内電極 204 に接続されたリード線 9 を通す際に容易に破れるような加工処理がなされている。

- 26 -

栓部材 7, 8 に形成された周溝 7c, 8c の深さとしては、ガラス管 203 の側端が周溝 7c, 8c の底面に当接したときに、内、外電極 204, 205 がずれない程度とすることが望ましい。内電極 204 と外電極 205 の位置がずれないと、電極間に電圧を印加したときに電気容量に損失が生じるからである。位置のずれと損失量との関係を具体的に表 5 に示す。なお、ここでいう「位置のずれ」とは、図 14 に示したガラス管 203 の軸方向のずれを意味する。

表 5 によれば、内電極 204 と外電極 205 の位置にずれがない場合、電気容量は 38.8 pF であるのに対し、両電極 204, 205 が 5 mm ずれた場合には電気容量は 36.2 pF と位置にずれがない場合に比べ約 6.7% も電気容量を損失していた。本実施形態のイオン発生電極体 202において、ガラス管 203 の両側端に栓部材 7, 8 を嵌着した場合、両電極 204, 205 のずれは最大でも 2 mm 程度に抑えられる。従って、電気容量の損失を最小限度に低減できるのである。

また、栓部材 7, 8 に形成する周溝 7c, 8c の幅としては、栓部材 7, 8 をガラス管 203 に強力に嵌着する観点からガラス管 203 の厚みよりも若干薄くするのが望ましい。

栓部材 7, 8 の材質としては特に限定はないが、ガラス管 203 の側端に嵌着しやすく、またガラス管 203 を容易に密封できることから、ゴムなどの弹性部材が好ましい。弹性部材の中でも、イオン発生電極体 202 で発生するオゾンに対して耐久性があることからエチレンープロピレンゴム (E P D M) がより好ましい。

また、内、外電極 204, 205 に接続するリード線 9, 10 としては、特に限定はなく従来公知のものが使用できるが、耐オゾン性に優れている点でステンレス鋼線をポリフッ化エチレン系樹脂で被覆したものが好適である。

図 9 のイオン発生電極体 202 は、例えば、次のようにして組み立てができる。リード線 9 を予め溶着した内電極 204 をガラス管 203 の内側にまず挿入する。そして、リード線 9 の自由端を栓部材 7 の孔 7a に挿通させながら、ガラス管 203 の一方の側面に栓部材 7 を嵌着する。次に、リード線 10 を予め溶着した外電極 205 をガラス管 203 の外側に装着した後、ガラス管 203 の

- 27 -

もう一方の側端に栓部材 8 を嵌着する。

そして、交流高電圧電源 206 を、リード線 9 を介して電圧印加用電極としての内電極 204 に接続するとともに、リード線 10 を介して接地用電極としての外電極 205 に接続することにより、図 8 のイオン発生素子 201 が完成する。これにより、交流電圧電源 206 を用いて、外電極 205 を接地電位として内電極 204 に交流電圧を印加できるようになるのである。

以上のように構成されたイオン発生素子 201 の動作について実施例を挙げて以下に説明するが、本実施形態のイオン発生素子 201 は以下の実施例に限定されず、動作条件などに適宜変更を加えて動作させることができる。

まず、印加電圧の実効値とイオンの発生量との関係を調べるために、以下の実験を行った。

<実施例 8 >

ガラス管 203 として、外径 10 mm、厚み 1.3 mm、長さ 150 mm の円筒型バイレックスガラス管、内電極 204 として、厚み 0.08 mm、長さ 80 mm のステンレス 304 鋼板、そして外電極 205 として、線径 0.23 mm のステンレス 304 鋼線を平織りした長さ 100 mm、目開き数 16 メッシュの金網を使用した。

そして、外電極 205 を接地電位として、高圧交流電源 206 により内電極 204 に実効値 1.3 ~ 1.8 kV、周波数 22 kHz の交流電圧を印加した。そして、ガラス管 203 の側面から 10 cm の位置に設けた測定点において、(株)ダン科学製空気イオンカウンタ 83-1001B によって移動度 $1 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ 以上のマイナスイオンとプラスイオンの濃度を測定した。その結果を図 15 に示す。

イオン発生素子 201 を動作させない場合、すなわち印加電圧が 0 である場合、マイナスイオンとプラスイオン濃度はそれぞれ約 300 個 / cc であった。印加電圧の実効値 1.52 kV 以上では、イオン発生素子 201 より 10,000 個以上のイオンの発生が確認され、印加電圧の実効値が大きくなるほど、イオンの濃度は上昇することが分かった。

次に、イオン濃度による空気中の細菌の残存率を評価するため、以下の実験を

- 28 -

行った。

<実施例 9 >

上記実施例 8 のイオン発生素子 201 を、縦 2.0 m、横 2.5 m、高さ 2.7 m の対象区域の内部に設置した。なお、対象区域内の雰囲気は、温度 25 °C、相対湿度 42 % に保たれているものとする。そして、予め培地上で培養した大腸菌を濃度 500 ~ 1,500 個 / c.c. 程度で区域内に散布した。同時に、イオン発生素子 201 を動作させるとともに、送風ファンにより風量 4 m³ / min で区域内の空気を攪拌した。

そして、ガラス管 203 の側面から 10 cm の位置に設けた測定点において、(株) ダン科学製空気イオンカウンタ 83-1001B によって移動度 1 cm² / V · sec 以上のマイナスイオンとプラスイオンの濃度を測定した。そして、イオン発生素子 201 の動作を開始してから 1 時間経過後、ドイツ Biotest 社製 RCS エアーサンプラーを用いて 40 L / min の速度で区域内の空気を吸引し、4 分間のサンプリングを行うことにより、大腸菌の数を計測した。その結果を図 16 に示す。

イオンを発生させない場合、1 時間経過後の自然減衰による大腸菌の残存率は 63.5 % であった。このことより、約 10 % の誤差を考慮して有意な殺菌効果の目安は、少なくとも 1 時間後の残存率 53.5 % 以下とするのが適切である。図 16 に示すように、マイナスイオンとプラスイオン濃度がそれぞれ 10,000 個 / c.c. 以上で殺菌効果が確認された。

また、図 17 は、大腸菌の残存率の時間変化をイオン濃度別に示したグラフである。この図によると、イオン濃度が高いほど、空気中に浮遊する細菌の殺菌効果は高く、その濃度が 30 万個 / c.c. では 1 時間後、区域内の大腸菌の大部分が殺菌除去されることが裏付けられた。

次に、印加電圧の実効値および周波数とイオンおよびオゾンの発生量との関係を調べるため、以下の実験を行った。

<実施例 10 >

ガラス管 203 として、内径 10 mm、厚み 1.0 mm、長さ 100 mm の円筒型パイレックスガラス管、内電極 204 として、線径 0.15 mm のステンレ

- 29 -

ス 3 0 4 鋼線を平織りした長さ 8 0 m m 、 目開き数 6 0 メッシュの金網、 そして外電極 2 0 5 として、 線径 0 . 2 2 m m 、 ステンレス 3 0 4 鋼線を平織りした長さ 8 0 m m 、 目開き数 3 0 メッシュの金網を使用した。

そして、 外電極 2 0 4 を接地電位として、 内電極 2 0 5 に、 高圧交流電源 2 0 6 を用いて様々な周波数および実効電圧の交流電圧を印加した。 そして、 ガラス管 2 0 3 の側面から 1 0 c m の位置に設けた測定点において、 (株) ダン科学製空気イオンカウンタ 8 3 - 1 0 0 1 B によって移動度 $1 \text{ cm}^2 / \text{V} \cdot \text{sec}$ 以上のマイナスイオンとプラスイオンの濃度を測定した。 また、 イオンとともに副次的に生成するオゾンの濃度も、 (株) 菊原実業製紫外線吸収式オゾンモニター E G - 2 0 0 1 を使用して測定した。 結果を表 6 に示す。

表 6 に示すように、 印加電圧の周波数 2 5 k H z において、 実効値を 4 4 V とすると、 イオンは極微量しか検出されなかつたが、 実効値を 1 0 倍の 4 4 0 V まで上げると、 マイナスイオンとプラスイオンの濃度は、 それぞれ 4 , 9 6 6 個 / c c 、 1 3 , 9 1 0 個 / c c と急激に上昇した。 更に、 実効値を 1 . 1 k V 以上に上昇させると、 6 0 H z ~ 3 0 k H z のいずれの周波数においても、 1 0 , 0 0 0 個 / c c 以上のマイナスイオンとプラスイオンの発生が確認された。 特に、 2 0 k H z 以上の高周波では、 イオン発生素子 2 0 1 の動作中に耳障りな騒音もほとんど聞こえることはなかつた。 しかも、 オゾンの生成を約 0 . 0 1 p p m 以下に低減することができた。

従つて、 本実施形態のイオン発生素子 2 0 1 によると、 周波数が人間の可聴音域外の 2 0 k H z 以上であり、 実効値が比較的低い 1 . 1 ~ 2 . 0 k V である交流電圧の印加によって、 殺菌に有効な 1 0 , 0 0 0 個 / c c 以上のマイナスイオンとプラスイオンを低騒音に発生できるとともに、 有害なオゾンの発生を基準値以下に低減できることが裏付けられた。

次に、 イオン発生素子 2 0 1 から発生するマイナスイオンとプラスイオンの濃度と、 その発生点からの距離との関係を調べるため、 以下の実験を行つた。

< 実施例 1 1 >

ガラス管 2 0 3 として、 内径 1 0 m m 、 厚み 1 . 0 m m 、 長さ 1 0 0 m m の円筒型パイレックスガラス管、 内電極 2 0 4 として、 線径 0 . 1 5 m m のステンレ

- 30 -

ス 3 0 4 鋼線を平織りした長さ 8 0 m m 、 目開き数 6 0 メッシュの金網、 そして外電極 2 0 5 として、 線径 0 . 2 2 m m 、 ステンレス 3 0 4 鋼線を平織りした長さ 8 0 m m 、 目開き数 3 0 メッシュの金網を使用した。

そして、 外電極 2 0 5 を接地電位として、 高圧交流電源 2 0 6 により内電極 2 0 4 に実効値 1 . 1 k V 又は 1 . 4 k V 、 周波数 1 5 k H z の交流電圧を印加した。 そして、 ガラス管 2 0 3 の側面から 2 0 c m , 3 0 c m , 4 0 c m および 6 0 c m 離れた位置に設けた都合 4 箇所の各測定点において、 (株) ダン科学製空気イオンカウンタ 8 3 - 1 0 0 1 B によって移動度 $1 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ 以上のマイナスイオンとプラスイオンの濃度を測定した。 その結果をそれぞれ図 1 8 A および図 1 8 B に示す。

これらの図に示すように、 実効値 1 . 1 k V 又は 1 . 4 k V のいずれの実効値の交流電圧でも、 ガラス管 2 0 3 の側面から遠ざかるほど、 マイナスイオンとプラスイオンの濃度は減少する傾向がある。 ガラス管 2 0 3 の側面から 2 0 c m の位置では、 マイナス、 プラスのイオンとも 2 0 万 ~ 4 0 万 個 / c c 程度の非常に高い濃度であり、 浮遊細菌の殺菌除去作用を発揮するのに充分な量のイオンを確保できた。 なお、 オゾン濃度はいずれの測定点でも 0 . 0 1 ~ 0 . 2 5 p p m であった。

ところで、 イオン発生電極体 2 0 2 に印加する交流電圧の実効値を高くすれば、 発生するマイナスイオンとプラスイオンの量も増加するが、 発生するオゾン量も同時に増加する。 オゾンは人の健康上に必要なものではないから、 その発生量は極力抑える必要がある。

まず、 内電極 2 0 4 のメッシュ数とイオン発生量、 オゾン発生量との関係を検討した。

< 実施例 1 2 >

図 1 9 は、 ガラス管 2 0 3 の外径を 2 0 m m 、 長さを 6 3 m m 、 厚みを 1 . 6 m m 、 内電極 2 0 4 の長さを 6 0 m m 、 外電極 2 0 5 の線径を 0 . 4 m m 、 長さを 6 0 m m 、 メッシュ数を 1 6 メッシュとし、 内電極 2 0 4 のメッシュ数を変えた場合において、 実効値約 1 . 8 k V の交流電圧をイオン発生電極体 2 0 2 に印加したときのガラス管 2 0 3 の側面から 1 0 c m の位置におけるマイナスイオンとプラスイ

- 31 -

オンおよびオゾン発生量との関係を示すグラフである。なお、内電極 204 の線径は、メッシュ数により異なる。なお、イオン濃度およびオゾン濃度の測定には、それぞれ（株）ダン科学製空気イオンカウンタ 83-1001B、（株）荏原実業製紫外線吸収式オゾンモニター EG-2001 を使用した。

図 19 によれば、内電極 204 のメッシュ数が大きくなる（網目が細かくなる）ほど、マイナスイオンとプラスイオン、オゾンの発生量はともに増加することが分かる。

次に、外電極 205 のメッシュ数とイオン発生量、オゾン発生量との関係を検討した。

< 実施例 13 >

図 20 は、ガラス管 203 の外径を 20mm、長さを 63mm、厚みを 1.6 mm、内電極 204 の線径を 0.18mm、長さを 60mm、メッシュ数を 40 メッシュ、外電極 205 の長さを 60mm とし、外電極のメッシュ数を変えた場合において、実効値約 1.8 kV の交流電圧をイオン発生電極体 202 に印加したときのガラス管 203 の側面から 10cm の位置におけるマイナスイオンとプラスイオンおよびオゾンの発生量との関係を示すグラフである。なお、外電極 205 の線径は、メッシュ数により異なる。なお、イオン濃度およびオゾン濃度の測定には、それぞれ（株）ダン科学製空気イオンカウンタ 83-1001B、（株）荏原実業製紫外線吸収式オゾンモニター EG-2001 を使用した。

図 20 によれば、外電極 205 のメッシュ数が大きくなるほど、マイナスイオンとオゾンの発生量は増加し、逆にプラスイオンの発生量は減少することが分かる。

従って、内電極 204 の網目を細かくし、外電極 205 の網目を荒くすれば、オゾンの発生を抑えながらマイナスイオンとプラスイオンを効率的に発生できるのである。

ところで、ガラス管 203 が円筒型の場合、その外径が大きいほど、また肉厚が薄いほどガラス管 203 の静電容量が大きくなる。また、ガラス管 203 の静電容量が大きいほどイオンが発生しやすくなる。したがって、イオンの効率的発生のみを考えれば、ガラス管 203 の外径を大きくし、肉厚を薄くするのがよい

- 32 -

といえる。しかしガラス管203の外径を大きくすれば、発生するイオン量が増加すると同時にオゾン量も増加する。そこで、オゾン量の増加を抑えながらイオン量を増加させる手段について検討した。

<実施例14>

図21～図23は、内電極204の線径を0.18mm、長さを60mm、網目を40メッシュ、外電極205の線径を0.4mm、長さを60mm、網目を16メッシュとし、ガラス管203の長さを63mm、厚みを1.2mmとして、ガラス管203の外径を17mm、20mm、24mmと変化させたときに、ガラス管203の側面から10cmの位置におけるマイナスイオン、プラスイオン、オゾンの濃度と印加電圧の実効値との関係をそれぞれ示したものである。なお、イオン濃度およびオゾン濃度の測定には、それぞれ（株）ダン科学製空気イオンカウンタ83-1001B、（株）荏原実業製紫外線吸収式オゾンモニターEG-2001を使用した。

図21、22によれば、マイナスイオンおよびプラスイオン濃度は印加電圧を上げると高くなり、また同じ印加電圧であれば外径が24mmものが17mm又は20mmのものに比べ濃度は高くなっている。

一方、図23によれば、オゾン濃度は外径24mmのものが外径17mm又は20mmのものに比べ格段に高い値を示している。ガラス管203の外径を20mmから24mmとした場合のイオン濃度の増加量とオゾン増加量とを比較してみると、オゾン増加量がイオン増加量よりはるかに大きいことがわかる。

したがって、オゾン量の増加を抑えながらイオン量を増加させるには、この場合に限っては、円筒型の誘電体の外径は20mm以下とすることが推奨される。

<実施例15>

また図24、25に、ガラス管203の外径を20mm、長さを63mm、内電極204の線径を0.18mm、長さを60mm、網目を40メッシュ、外電極205の線径を0.4mm、長さを60mm、網目を16メッシュとし、ガラス管203の厚みを1.2mm又は1.6mmとしたときに、ガラス管203の側面から10cmの位置におけるマイナスイオン、プラスのイオン、オゾンの濃度と印加電圧の実効値との関係を示す。なお、イオン濃度およびオゾン濃度の測定

には、それぞれ（株）ダン科学製空気イオンカウンタ 83-1001B、（株）桂原実業製紫外線吸収式オゾンモニター EG-2001を使用した。

これらの図を比較すると、ガラス管 203 の肉厚が薄くした方がイオン濃度は格段に高くなり、また印加電圧による変動率も高くなっている。したがって、この場合に限っては、ガラス管 203 の肉厚は 1.6 mm 以下とすることが推奨される。

ここでガラス管 203 の外径、厚みと静電容量との関係を調べたところ、表 7 に示す結果が得られた。前述のように、オゾン量の増加を抑えながらイオン量を増加させるには、ガラス管 203 の外径を 20 mm 以下とし、ガラス管 203 の肉厚を 1.6 mm 以下とすることが望ましいから、ガラス管 203 の静電容量としては測定のバラツキを考慮すれば 40 pF 以下が望ましい。

また、このようにしてオゾンの生成を抑えることと併せて、ガラス管 203、内電極 204、外電極 205 の少なくとも 1 つにオゾン分解触媒を担持させることにより、イオン発生電極体において不可避的に発生するオゾンを効率的に除去できるようになる。発生したオゾンは通常でも徐々に酸素に分解するが、オゾン分解触媒を存在させることによりオゾンの酸素への分解が一層促進されるからである。このようなオゾン分解触媒としては従来公知の物質、例えば二酸化マンガン、白金粉末、二酸化鉛、酸化銅 (II)、ニッケルなどが使用できる。

オゾン分解触媒の担持方法としては、例えばバインダーにオゾン分解触媒を分散しておき、これをディップ、スピル、スプレーなどのコーティング手段により基材表面に塗布すればよい。オゾン分解触媒の担持量については特に限定はなく、発生するオゾン量などから適宜決定すればよい。

また、オゾン分解触媒を担持した触媒担持部材を外電極 205 の外側に設けてもよい。図 26A および図 26B に、このような触媒担持部材 11 を設けたイオン発生電極体 202 の一例を示す。円筒状の外電極 205 の外側に、所定距離を隔てて円筒状の触媒担持部材 11 が設けられている。触媒担持部材 11 は網状であって、二酸化マンガンなどのオゾン分解触媒がその表面に担持されている。なお、触媒担持部材 11 は外電極 205 をすべて覆うものであってもよいし、一部を覆うものであってもよい。

- 34 -

ところで、内電極204と外電極205とともに網状電極であるイオン発生電極体202の場合、内電極204と外電極205が互いに左右に位置のズレを生じると、プラスイオンが0.1万～18万個／cc、マイナスイオンが0.3万～18万個／ccの範囲でイオンの生成量にバラツキが生じる。これは、内電極204と外電極205の網状電極の関係がガラス管203を介して線対線となり、放電力が低下するためであると考えられる。

そこで、内電極204が板状電極、外電極205が網状電極である図9と同様のイオン発生電極体202を作製した。内電極204を板状にしたのは、円筒型のガラス管203に密着させて内、外電極204、205間の距離を略一定に構成するには板状の方が密着しやすいためであり、更には配置位置が多少ずれたときであっても、その影響を受け難い形状であるためである。一方、外電極205を網状電極とするのは、網状とすることによって電界の集中を起こすことができ、それによって、内、外電極204、205間に印加する交流電圧の実効値を低くすることができるからである。

ここで、ガラス管203としては、例えば、円筒型パイレックスガラス板を用いることができる。また、内電極204としては、例えば、ステンレス304又は316鋼板、そして、外電極205としては、例えば、ステンレス316又は304鋼線を平織りした金網を用いることができる。この場合、内電極204をガラス管203に密着させる工程以外は、上記と同様の手法を用いてイオン発生電極体202を作製することができる。

内電極204の板状電極をガラス管203に密着させるには、例えば次のようにすればよい。図27に示すように、板状電極をプレス加工にて略四角形STUVのブランク抜きを行う。ここで、辺STと辺UVは平行で、角度T=角度V=90°、角度Sは鋭角、角度Uは鈍角とする。辺STと辺UVが円筒軸と平行になるように、ロール加工して円筒とし、作製した内電極204の外径はガラス管203の内径よりも大きくしておく。このとき、内電極204の両側端（辺STと辺UV）は溶着せず自由端としておく。円筒状にした形状は、辺TUに相当する側の端面部は略平坦で、他方側は、鋭角の角Sが鈍角の角Uより外側に飛び出した形状になる。

また、全ての角が90度でない鈍角、鋭角を組み合わせた形状、例えば図28に示すように、台形状WXYZにてのブランク抜きのプレス加工を施し、平行辺(WXおよびZY)

- 35 -

が円筒軸と平行になるようにロール加工して円筒とし、作製した内電極204の外径はガラス管203の内径よりも大きくしておく。ここで角度Wと角度Xは鈍角、角度Yと角度Zは鋭角とする。内電極204の両側端は溶着せず自由端（辺WXと辺ZY側）としておく。円筒状にした形状は、二つ鋭角がなすY、Zが外側に飛び出した形状になる。

全ての角が90度でない形状は、三角、四角、五角、六角などの多角形から少なくとも1つの頂点を有する円に近い形状まであり、円筒状にロール加工した後に、端面部より一つ以上の角が飛出した形状であればよい。

円筒状にロール加工した板状の内電極204の接線方向に力を加えて、いわば筒を丸め込むようにして、ガラス管203の内径(D)よりも大きめにした内電極204の外径を、ガラス管203の内径よりも小さな径(D- α)とし、内電極204をガラス管203に挿入する。挿入後、接線方向に加えていた力を開放すると、元の状態に戻ろうとする力により内電極204はガラス管203の内周面に密着する。

このようにして作製したイオン発生電極体202に交流電圧を印加して、イオンの発生を試みた。その結果、内電極204と外電極205の相互の位置にズレが若干あっても、プラスイオンは40万～60万個/c.c、マイナスイオンは40万～60万個/c.cの範囲で安定してマイナスとマイナスのイオンが生成することが分かった。なお、内電極204、外電極205とともに板状電極にすると、ほとんどイオンの発生はなかった。

また、内電極204の平板をロール加工して円筒状にしたときに、円筒の端面部より一つ以上の角が飛出した形状をしているため、外電極205より内電極204の長手方向の寸法を短くすることにより、板状の内電極204の一つの角周辺部から高圧交流が、網状の外電極205の広い面に対して放電されるので、調和のとれたマイナスイオンとプラスイオンの生成量が得られる。しかしながら、外電極205より内電極204の長手方向の寸法を長くすると、板状の内電極204の一つの角周辺部から高圧交流が、網状の外電極205の面に対して局部的に放電されるので、マイナスイオンとプラスイオンの生成比のバランスが崩れ、プラスイオンの発生が多くなる。

内電極204をガラス管203に密着させる他の方法として、図29に示すように、板に複数の穴204aを形成し、穴の周囲に突起部204bを設けた形状にプレス加工し、穴204aの突起部204bがガラス管2側に面するように、ロール加工して円筒状にし、作製した内電極204の外径はガラス管2の内径よりも大きくしておく。この

- 36 -

とき、内電極 204 の両側端は溶着せず自由端としておく。円筒状にした形状の穴 204a の突起部 204b がガラス管 2 の内面側になるようにロール加工をする。

円筒状にロール加工した平板状の内電極 204 に力を加えて、いわば筒を丸め込むようにして、ガラス管 203 の内径 (D) よりも大きくしていた内電極 204 の外径を、ガラス管 203 の内径よりも小さな径 ($D - \alpha$) とし、内電極 204 をガラス管 203 に挿入する。挿入後、内電極 204 の力を開放すると、元の状態に戻ろうとして内電極 204 はガラス管 203 の内周面に密着する。

このことにより、板状電極の内電極 204 と網状電極の外電極 205 の関係がガラス管 203 を介して複数の対応点となり、面における放電力が強く、突起部 204b での放電がし易く、放電を発生させる場所が限定されるので安定して放電をする。

< 実施例 1 6 >

ガラス管 203 の外径を 20 mm、長さを 63 mm、厚みを 1.6 mm とし、板状電極の内電極 204 と網状電極の外電極 205 の関係で、内電極 204 を円筒状で長さを 45 mm、厚みを 0.08 mm、外電極 205 の長さを 60 mm とし、外電極 205 のメッシュ数を変えた場合において、実効値約 1.8 kV の交流電圧をイオン発生電極体 202 に印加したときのガラス管 203 の側面から 10 cm の位置におけるマイナスイオンとプラスイオンの発生量を図 30 に示す。なお、外電極 204 の線径は、メッシュ数により異なる。なお、イオン濃度の測定には、(株) ダン科学製空気イオンカウンタ 83-1001B を使用した。

図 30 に示すように、外電極 205 のメッシュ数がイオン量の発生に大きく影響し、メッシュ数が小さいほどイオン量の発生が増加するが、穴のない板状電極の内電極 204 ではイオンの発生はない。

< 実施例 1 7 >

ガラス管 203 の外径を 20 mm、長さを 63 mm、厚みを 1.6 mm とし、板状電極の内電極 204 と網状電極の外電極 205 の関係で、内電極 204 を円筒状で厚みを 0.08 mm、外電極 205 の線径を 0.22 mm、長さを 50 mm、網目を 16 メッシュとし、内電極 204 の長さを変えた場合において、実効値約 1.8 kV の交流電圧をイオン発生電極体 202 に印加したときのガラス管 203 の側面から 10 cm の位置におけるマイナスイオンとプラスイオンの発生量を図 31 に示す。なお、イオン濃度の測定には、

- 37 -

(株) ダン科学製空気イオンカウンタ 83-1001B を使用した。

図 3 1 に示すように、板状電極の内電極 204 の長さと網状電極の外電極 205 の長さが同じ長さのときは、イオン発生量が低いが外電極 205 に対し、内電極 204 が短くなると、イオン量が増加する。ただし、短かすぎると、イオン量は減少傾向にある。

< 実施例 18 >

ガラス管 203 の外径を 20 mm、長さを 63 mm、厚みを 1.6 mm とし、板状電極の内電極 204 と網状電極の外電極 205 の関係で、内電極 204 を円筒状で厚みを 0.08 mm、長さを 50 mm、外電極 205 の線径を 0.22 mm、網目を 16 メッシュとし、外電極 205 の長さを変えた場合において、実効値約 1.8 kV の交流電圧をイオン発生電極体 202 に印加したときのガラス管 203 の側面から 10 cm の位置におけるマイナスイオンとプラスイオンの発生量を図 3 2 に示す。なお、イオン濃度の測定には、

(株) ダン科学製空気イオンカウンタ 83-1001B を使用した。

また、図 3 2 に示すように、内電極 204 の長さに対し、外電極 205 の長さが短くなると、イオンは多く発生するが、プラスイオンがマイナスイオンに比べ、極端に増加する傾向にがあるので、内電極 204 の長さに対し、外電極 205 の長さを長くすることがポイントである。

また、図 3 3 A のように、外電極 205 を円筒の両端の一部を折り返し、カール加工を施して端部が全周で二重となるように折り返し部 205a を形成し溶着してもよい。このとき、作製した外電極 205 の内径は、ガラス管 203 の外径よりもわずかに小さくしておく。

そして、外電極 205 をガラス管 203 の外側に圧入し所定の位置に装着する。これにより、外電極 205 の二重になった折り返し部 205a はガラス管 203 にぴったりと密着し、図 3 3 B のように、その内部にはガラス管 203 と接触しない空間 A が形成される。その後、外電極 205 を外側から弾性を有する締結材で、軸方向の数点を係止して外電極 205 をガラス管 203 に固定する。これにより、外電極 205 の全体がガラス管 203 に密着する。

< 実施例 19 >

図 3 3 B のように、外電極 205 の両端部に折り返し部 205a を形成したイオン発生電極体 202 において、ガラス管 203 の外径を 20 mm、長さを 150 mm、

厚みを1.2mm、内電極204の長さを95mm、厚みを0.08mm、外電極205の線径を0.4mm、長さを98mm、網目を30メッシュとし、実効値2.1kVの交流電圧をイオン発生電極体202に印加した。

その結果、ガラス管203の側面から10cmの位置において、40万～60万個/c^cというマイナスイオンとプラスイオンの発生量が、作製したイオン発生電極体202全数に対して約80%の再現率で安定して得られた。なお、イオン濃度の測定には、(株)ダン科学製空気イオンカウンタ83-1001Bを使用した。

また、端部のカール加工以外の方法として、図34Aのように、正方形又は長方形の端部を内側にL字状に折り曲げ加工して屈曲部205bを形成してもよい。この折り曲げ加工の角度は、このように加工することにより、外電極205を円筒状に形成したとき、図34Bのように、屈曲部205bの先端をガラス管203に全周で密着させることができる角度であればいずれの角度でもよく、また、屈曲部205bの断面形状は円弧状であっても、その先端がガラス管203に当接していれば同様の作用効果を奏する。その後、必要であれば金網のほつれを防止するために4隅をスポット溶接後、円筒状にロール加工して円筒状に形成する。

このとき、作製した外電極205の内径はガラス管203の外径よりもわずかに小さくしておく。そして、外電極205をガラス管203の外側に圧入し所定の位置で停止する。これにより、外電極205の端部の屈曲部205bはガラス管203にぴったりと密着し、更に屈曲部205bは、ガラス管203に挿入状態で図34Bに示すように、ガラス管203との間にわずかな空間Bが形成される。その後、係止部材によって、軸方向の数カ所が固定されることによって外電極205はガラス管203に密着される。

また、ガラス管203に双方の電極204、205が装着された状態では、これらの電極204、205の軸方向の中央部同士は互いに対向するように形成する。このように形成すると、内電極204と外電極205の配置関係を、外電極205を内電極204に投影したときに、内電極204の端部が外電極205の投影図内に含まれる関係に配置することができる。なお、このときの内電極204の端部と外電極205の端部とのズレは、具体的には約0.5mm～1.0mmの誤差の範囲に収まる。

このように構成することによって、板状の内電極204の端部の頂点（図28では頂点Yと頂点Z）がガラス管203とぴったりと密着した外電極205の端部との間で安定し

て放電させることができる。これは、端部が電圧の印加される内電極 204 では点状であるのに対し外電極 205 では線状となりガラス管 203 と接触しているため、局部的に線対面の関係になることから放電が安定するものと考えられる。

<実施例 20 >

図 34B のように、外電極 205 の両端部に L 字状に加工した屈曲部 205b を形成し、その先端をガラス管 203 に当接させたイオン発生電極体 202 において、ガラス管 203 の外径を 20 mm、長さを 150 mm、厚みを 1.2 mm、内電極 204 の長さを 95 mm、厚みを 0.08 mm、外電極 205 の線径を 0.4 mm、長さを 98 mm、網目を 30 メッシュとし、実効値 2.1 kV の交流電圧をイオン発生電極体 202 に印加した。

その結果、ガラス管 203 の側面から 10 cm の位置において、40 万～60 万個/cm² というマイナスイオンとプラスイオンの発生量が、作製したイオン発生電極体 202 全数に対して約 100% の再現率で安定して得られた。この場合、屈曲部 205b の先端をガラス管 203 に当接させる構成を、外電極 205 の一端部に備えた場合には、いずれの端部にも備えない場合よりも内、外電極 204, 205 間の放電状態が安定し、更に、外電極 205 の両端部に備えた場合には、いずれか一方に備えた場合よりも内、外電極 204, 205 間の放電状態が安定することが確かめられた。なお、イオン濃度の測定には、(株) ダン科学製空気イオンカウンタ 83-1001B を使用した。

以上説明したように本実施形態のイオン発生素子 201 によると、誘電体の形状を円筒型としたので、イオン発生電極体 202 の取扱いが容易になるとともに、省スペース化が図られる。そして、その特性も安定する。従って、イオン発生素子 201 を様々な空気調節装置に搭載するのに有利となる。

本発明の第 8 の実施形態について図面を参照して説明する。図 35 は、本発明の第 8 の実施形態に係るイオン発生装置 500 の一例を示す断面図である。このイオン発生装置 500 の大きな特徴は、上記第 7 の実施形態で説明したイオン発生素子 201 (図 8 参照) のイオン発生電極体 202 を備えている点にある。これにより、マイナスイオンとプラスイオンを発生させ、空気中の浮遊細菌を殺菌除去する。

イオン発生装置 500 は、イオン発生電極体 202 と、送風機 501 と、フィ

- 40 -

ルタ（図示せず）と、高圧トランス 502a と制御基板 502b とからなる高圧電源回路 502 を備える。吹込口（図示せず）から取り込まれた空気は、フィルタでゴミを除去された後、送風機 501 に至りここからイオン発生電極体 202 へ送られる。イオン発生電極体 202 では、高圧電源回路 502 から所定の交流電圧が印加されることによって、空気からマイナスイオンとプラスイオンを生成する。このマイナスイオンとプラスイオンの作用により空気中の浮遊細菌が除去される。一方、マイナスイオンとプラスイオンの生成時にオゾンが副次的に生成される。イオン発生電極体 202 で生成するオゾン量は通常は許容範囲内であるが、必要によりオゾン分解触媒をイオン発生電極体 202 に担持させるか、あるいは触媒担持部材 11（図 26A 参照）を通風経路に配設して、装置外へ吹き出される空気中のオゾン量を減らしてもよい。そして、イオンを含み浮遊細菌が除去された空気は装置外へ吹き出される。

本実施形態のイオン発生装置 500 は小型化が可能であり、どこでも場所を取らずに設置することができ、壁に掛けることも可能である。更には、イオン発生装置 500 をユニット化するとともに、このイオン発生装置ユニットのオプショナルな取付構造を様々な製品に設けることにより、製品の使い勝手の向上を目指すことができる。

本発明の第 9 の実施形態について図面を参照して説明する。図 36 は、本発明の第 9 の実施形態に係るイオン発生素子 201 を搭載した空気清浄機の一例を示す分解斜視図である。空気清浄機は、ベース 51 の上に固着された本体 50 と、本体 50 の前側に形成された収納部 51（図 37 参照）に収納されるフィルタ 60 と、収納されたフィルタ 60 を覆う前カバー 70 と、本体 50 の後側を覆う後カバー 80 とを備えている。

フィルタ 60 は前面から順に、プレフィルタ 61、脱臭フィルタ 62、集塵フィルタ 63 から構成されている。プレフィルタ 61 では空気清浄機に吸引された空気中の塵やホコリを捕集する。プレフィルタ 61 の材質としては例えば空気抵抗の大きいポリプロピレン製がよい。脱臭フィルタ 62 は、長方形状の枠にポリエステル製の不織布を取り付、その上に活性炭を均一に分散して配設し、そしてその上にポリエステル製の不織布を取り付けた 3 層構造をなしている。このような

- 41 -

構造により、アセトアルデヒドやアンモニア、酢酸など空気中の臭い成分を吸着除去する。集塵フィルタ 6 3 は、電石加工したメルトブロー不織布（「トレミクロン」東レ社製）と骨材（ポリエスチル／ビニロン系不織布）とからなる濾材を折り畳み、その上・下面に抗菌シートを熱圧着し、これを枠体に挿入した後、枠体を溶着したものである。この集塵フィルタ 6 3 では空気中の小さな塵やホコリを捕集する。

前カバー 7 0 は、平面視中央が僅かに凸となるような湾曲を有し、正面視中央部には室内の空気を吸い込むための吸込口 7 1 が形成されている。前カバー 7 0 は本体 5 0 から一定距離をおいて本体 5 0 に係止され、前カバー 7 0 と本体 5 0 の間隙は室内の空気を吸い込む側面吸込口 7 2（図 3 8 参照）となる。

次に、本体 5 0 の斜視図を図 3 7 に示す。本体 5 0 は縦長の直方体形状をなし、前面中央部にはフィルタ 6 0 を収納するための略矩形状に内側に凹んだ収納部 5 1 を有し、収納部 5 1 の底面中央部には放射状の長孔からなる通風口 5 2 が形成されている。さらに通風口 5 2 の中心には、モータ 5 6（図 3 8 参照）を取り付けるための凹部 5 3 がさらに形成され、凹部 5 3 の背面側にはファン 5 7（図 3 8 参照）がモータ 5 6 の回転軸に取り付けられる。本体 5 0 の前面上部には、電源スイッチや風量、タイマー、運転モード切換スイッチ、運転状況表示ランプなどが設けられた操作部 5 4 と、イオン発生電極体の作動状態を視認するための視認窓 5 5 が形成されている。

空気清浄機の背面斜視図を図 3 9 に示す。後カバー 8 0 の上部の傾斜面に、多数の 4 段のスリット穴を配列した吹出口 8 1 が形成され、左上部の傾斜面には、多数のスリット穴を配列したイオン吹出口 8 2 が形成されている。また後カバー 8 0 の上部中央には矩形状凹部からなる取っ手 8 4、中央平面部の 4 隅には壁かけ用の係止部 8 5 が設けられている。

空気清浄機の側断面図を図 3 8 に示す。モータ 5 6 によってファン 5 7 が回転すると、前カバー 7 0 の吸込口 7 1 および側面吸込口 7 2 から空気が吸い込まれ、吸い込まれた空気はフィルタ 6 0 を通ってファン 5 7 に至り、ここで上方向に流れを変えて吹出口 8 1 へ向かう。途中、本体 5 0 の上部（正面右上部）に取り付けられたイオン発生電極体 2 0 2 へ至るバイパス通路 5 9 が形成されており、排

- 42 -

出される空気の一部はこのバイパス通路 5 9 を通ってイオン発生電極体 2 0 2 に導かれる（図 4 0 参照）。イオン発生電極体 2 0 2 に導かれた空気の一部から、イオン発生電極体 2 0 2 によりマイナスイオンとプラスイオンが同時に発生し、イオン吹出口 8 2 からはこのマイナスイオンとプラスイオンを含んだ空気が排出される。イオンが生成されるときにオゾンも同時に生成するが、外電極 2 0 5（図 9 参照）の外側に設けた、オゾン分解触媒を担持した触媒担持部材 1 1 によって酸素に分解されるので、イオン吹出口 8 2 から排出される空気中に含まれるオゾン量は低く抑えられている。

バイパス通路 5 9 およびイオン発生電極体 2 0 2 の部分拡大図を図 4 1 に示す。通路口 5 8 はファン 5 7 の回転方向に向かって開口し、ファン 5 7 により送られる空気の一部は、通路口 5 7 からバイパス通路 5 9 に取り込まれる。バイパス通路 5 9 は、直進（ファン回転方向）した後、空気清浄機の正面方向に向きを変え、イオン発生電極体 2 0 2 の下を潜って上方向にさらに向きを変えてイオン発生電極体 2 0 2 に至る経路からなる。

図 3 8において、イオン発生電極体 2 0 2 に対向する本体正面部には、イオン発生電極体 2 0 2 の作動状態を外から視認できるように視認窓 5 5 が設けられている。そして視認窓 5 5 の表面には、機内から空気が漏れ出さないように保護カバー 4 0 が取り付けられている。この保護カバー 4 0 は、視認窓 5 5 を含め本体 5 0 の前面すべてを保護する（収納部 5 1 を除く）、収納部 5 1 に相当する部分を開口としたシート状物がよい。例えば、材料として透明の樹脂材を使用し、メタリックシルバー色を裏面に塗布あるいはシルク印刷すれば、正面から見たときに重厚感を与えるようになる。このとき、前カバー 7 0 の色調をシースルーとすれば、保護カバー 4 0 の色彩と相まって清涼感、清潔感が醸し出される。

次に、空気清浄機の運転についてその一例を説明する。まず、操作部 5 4 の電源スイッチを「入」にすると、自動運転モードで運転が開始される。モータ 5 6 によりファン 5 7 が回転し、前カバー 7 0 の吸込口 7 1 および側面吸込口 7 2 から機内に空気が吸い込まれる。そして、プレフィルタ 6 1 で空気中の大きい塵やホコリが捕集され、脱臭フィルタ 6 2 で臭気成分が吸着除去され、集塵フィルタ 6 3 で小さな塵やホコリが捕集される。フィルタ 6 0 で塵、ホコリ、臭気を除去

された空気は、ファン57により吹出口81から機外へ排出され、一部は通路口58からバイパス通路59を経てイオン発生電極体202に送られる。

イオン発生電極体202では、空気清浄機の運転開始から約1.75kVの交流電圧が印加されている。ここで空気からマイナスイオンとプラスイオンが生成される。また同時にオゾンも副次的に生成される。このときの各濃度は、マイナスイオンとプラスイオン濃度が2万個／cc、オゾン濃度が0.01ppm以下である。イオン発生電極体で同時に生成したマイナスイオンとプラスイオンの作用で空気中の浮遊細菌が除去される。

イオンを多く生成させるためにはイオン発生電極体202に印加する交流電圧を大きくすればよいが、交流電圧を大きくすると生成するオゾン量も増加する。そこで、イオンを効率的に生成させながら、オゾンの生成を抑制するためには、イオン発生電極体に印加する交流電圧を2.0kV以下とするのがよい。このような交流電圧であれば基準濃度の最高値(0.1ppm)の1/10以下にオゾン濃度を抑えることができる。またイオン発生電極体202にオゾン分解触媒を担持させる、あるいはオゾン分解触媒を担持した触媒担持部材11を設けることにより、印加できる上限電圧値を2.5kVにまで上げることができ、より多くのイオンを生成させることができる。

次に、本実施形態の空気清浄機による空気中の臭い成分に対する脱臭性能を評価するため、以下の実験を行った。

<実施例21>

上記実施例10で使用したイオン発生素子201を搭載した上記の空気清浄機を、縦2.0m、横2.5m、高さ2.7mの対象区域の内部に設置した。そして、区域内の雰囲気を乾燥した清浄な空気で置換した後、タバコ5本を燃焼させた。同時に、実効値1.1kV、周波数25kHzの交流電圧をイオン発生電極体202に印加するとともに、モータ56を駆動して風量 $4\text{ m}^3/\text{sec}$ で送風ファン57を回転させて空気清浄機の運転を開始した。そして、ガス検知管により空気清浄機の運転開始時と、運転開始から30分経過後のアンモニア、酢酸、スチレンおよび一酸化炭素の濃度を測定した。その結果、30分の運転によりアンモニアは35%、酢酸は65%、スチレンは58%、一酸化炭素は90%を除

去できた。

従って、本実施形態の空気清浄機によると、家庭内で発生する代表的な悪臭成分をマイナスイオンとプラスイオンの作用により速やかに分解して、脱臭できることが裏付けられた。

次に、本実施形態の空気清浄機による空気中の浮遊細菌の殺菌性能について実施例を挙げて以下に説明するが、本実施形態の空気清浄機は以下の実施例に限定されず、動作条件などに適宜変更を加えて動作させることができる。

<実施例 2 2 >

上記実施例 8 で使用したイオン発生素子 201 を搭載した上記の空気清浄機を、縦 2.0 m、横 2.5 m、高さ 2.7 m の対象区域の内部に設置した。そして、予め培地上で培養した一般生菌と真菌を区域内に散布した。同時に、上記実施例 8 と同じ条件でイオン発生素子 201 を動作させるとともに、モータ 56 を駆動して送風ファン 57 を回転させて空気清浄機の運転を開始した。

そして、所定の時間の経過ごとに、ドイツ Biotest 社製 R C S エアーサンプラーを用いて 40 L / min の速度で区域内の空気を吸引し、4 分間のサンプリングを行うことにより、空気中の細菌の数を計測した。その結果を表 8 に示す。

空気清浄機の運転を開始してから 2 時間後、区域内の一般生菌は 77%、真菌は 80% が除去されていた。従って、本実施形態のイオン発生素子 201 を備えた空気清浄機によると、送出されるマイナスイオンとプラスイオンの作用によって良好に空気中の浮遊細菌の大部分を殺菌除去できることが裏付けられた。

また、上記第 2 および第 5 の実施形態で説明したように、平板型のガラス板 3 を有するイオン発生電極体 1 を備えた空気清浄機 300 (図 3, 図 6 参照) では、実施例 3 (表 1 参照) および実施例 6 (表 3 参照) のように、区域内の細菌を 70% 以上殺菌除去するのに約 3 時間を要していた。それに対し、本実施形態の円筒型のガラス管 203 を有するイオン発生電極体 202 を備えた空気清浄機では、その所要時間を約 1 時間も短縮することができ、円筒型のガラス管 203 の優位性が立証された。

また、イオン発生電極体 202 の近傍の空間にマイナスとプラスイオンとともに、不可避的に生成するオゾンが、送風ファン 57 によってどれだけ空気清浄機

- 45 -

の吹出口 8 1 から送風されるかを調べるため、以下の実験を行った。

<実施例 2 3 >

上記実施例 2 2 で使用した空気清浄機の吹出口 8 1 から上方 0 cm、5 cm、10 cm、15 cm および 20 cm だけ離れた位置に都合 5 箇所の測定点を設け、各測定点にオゾン濃度測定装置（図示せず）を設置した。そして、イオン発生電極体 202 に実効値 1.1 kV の交流電圧を印加するとともに、送風ファン 57 を風量 $4 \text{ m}^3/\text{min}$ 又は $0.8 \text{ m}^3/\text{min}$ で回転させ、上記各測定点においてオゾン濃度を測定した。また、同じ条件で実効値 1.4 kV の交流電圧を印加して、同様にオゾン濃度を測定した。その結果をそれぞれ図 4 2 A および図 4 2 B に示す。なお、オゾン濃度の測定には、（株）荏原実業製紫外線吸収式オゾンモニター EG-2001 を使用した。

これらの図に示すように、印加電圧の実効値が大きいほど、また送風ファン 57 の風量が大きいほど、オゾンの濃度は高くなる。しかし、そのオゾン濃度も吹出口 8 1 から離れるに従って急激に減少する。そのため、印加電圧の実効値と送風ファン 57 の回転による風量（すなわち、回転数）を制御することにより、イオン発生電極体 202 から副次的に生成するオゾンの量を制御できる。

そこで、イオン発生電極体 202 の近傍にオゾンセンサ（図示せず）を設置してオゾン濃度を隨時モニターし、この検出結果に基づきオゾン濃度が所定の基準値以下になるようイオン発生電極体 202 に印加する交流高電圧の実効値を決定するような構成を空気清浄機に設けた。

これにより、イオン発生電極体 202 によって生成するオゾン濃度を、常に基準値以下になるように調整しながらマイナスイオンとプラスイオンの作用によって空気中の浮遊細菌を殺菌除去できる空気清浄機が得られる。なお、オゾン濃度の上記基準値としては、産業衛生協会により規定された 0.1 ppm を採用するのが適当である。

本発明の第 10 の実施形態について図面を参照して説明する。図 4 3 は、本発明の第 10 の実施形態に係るイオン発生素子 202 を備えた空気調和機 400 を示す概略的な断面図である。

空気調和機 400 の本体 401 の内部奥方には、送風ファン 402 が配設され

- 46 -

ている。また、本体401の前面および上方には、多数の孔やスリットからなる空気の吸込口403が形成されている。そして、吸込口403の下流側には、除塵や脱臭のための各種のフィルタ404が設けられている。更に、フィルタ404の下流側には、熱交換器406が設けられている。そして、本体401の吸込口403の下方には、風向き調整用のルーバを備えた吹出口405が形成されている。これにより、吸込口403からフィルタ404と熱交換器406を通って、吹出口405に達する送風経路が本体401の内部に形成される。

そして、その送風経路の吹出口405の近傍に上記第7の実施形態のイオン発生素子201（図8参照）のイオン発生電極体202を設けている。この場合、交流高压電源206（図8参照）は送風ファン402を駆動する電源とは別途に設けててもよいし、共通の電源であっても構わない。共通の電源とする場合は、制御部（図示せず）によって送風ファン402やコンプレッサ（図示せず）の駆動と、イオン発生素子201の動作とが個別に制御されるようにすると、空気調和機400の運転時に、イオン発生素子201の動作を必要に応じてON/OFF できて使い勝手がよくなる。

以上のような構成を有する空気調和機400を運転すると、送風ファン402が回転され、吸込口403から送風経路に吸い込まれた空気は、フィルタ404を通過する過程で塵や臭い成分が除去された後、熱交換器406で冷媒と熱交換され、吹出口405から吹き出される。このとき、イオン発生素子201の動作をONにすると、イオン発生電極体202の近傍の空間に発生したマイナスイオンとプラスイオンも清浄な空気とともに吹き出されることになる。従って、このマイナスイオンとプラスイオンの作用によって、空気中の浮遊細菌を殺菌除去できる。

次に、本実施形態の空気調和機400による空気中の浮遊細菌の殺菌性能について実施例を挙げて以下に説明するが、本実施形態の空気調和機400は以下の実施例に限定されず、動作条件などに適宜変更を加えて動作させることができる。

<実施例24>

上記実施例8で使用したイオン発生素子201を搭載した空気調和機400を、縦2.0m、横2.5m、高さ2.7mの対象区域の内部に設置した。そし

て、予め培地上で培養した一般生菌と真菌を区域内に散布した。同時に、上記実施例 8 と同じ条件でイオン発生素子 201 を動作させるとともに、送風ファン 402 を駆動して空気調和機 400 の運転を開始した。

そして、所定の時間の経過ごとに、ドイツ Biostest 社製 R C S エーサンプラーを用いて 40 L/min の速度で区域内の空気を吸引し、4 分間のサンプリングを行うことにより、空気中の細菌の数を計測した。その結果を表 9 に示す。

空気調和機 400 の運転を開始してから 2 時間後、区域内の一般生菌は 80%、真菌は 83% が除去されていた。従って、本実施形態のイオン発生素子 201 を備えた空気調和機 400 によると、送出されるマイナスイオンとプラスイオンの作用によって良好に空気中の浮遊細菌の大部分を殺菌除去できることが裏付けられた。

また、上記第 2 および第 5 の実施形態で説明したように、平板型のガラス板 3 を有するイオン発生電極体 2 を備えた空気調和機 400 (図 4, 図 7 参照) では、実施例 4 (表 2 参照) および実施例 7 (表 4 参照) のように、区域内の細菌を 70% 以上殺菌除去するのに約 3 時間を要していた。それに対し、本実施形態の円筒型のガラス管 203 を有するイオン発生電極体 202 を備えた空気調和機 400 では、その所要時間を約 1 時間も短縮することができ、円筒型のガラス管 203 の優位性が立証された。

ところで、上記の空気調和機 400 においては、本体の内部の送風経路にイオン発生電極体 202 があるため、空気調和機の運転時に、ホコリを含んだ空気にさらされてホコリがイオン発生電極体 202 の表面に付着することがある。特に、冷房運転又は除湿運転時には、空気中の水分が凝縮してイオン発生電極体 202 の表面に結露が生ずる恐れもある。電極にホコリや水などの異物が付着すると、異常放電やリークが起こりやすく、機器の安全性が低下するので具合が悪い。

本発明の第 11 の実施形態について図面を参照して説明する。図 44 は、本発明の第 11 の実施形態に係るイオン発生素子 201 を備えた空気調和機 400 の制御装置の基本構成を示すブロック図である。この図において、上記第 10 の実施形態の空気調和機 400 (図 43 参照) と共に部材には同一の符号を附している。

- 48 -

図44に示すように、比較部614を内蔵する制御部610の入力側には、電源スイッチ608と、該電源スイッチ608の操作により制御部610に電源を供給する商用電源609とが接続され、一方、出力側には空気調和機のコンプレッサ611と、送風ファン402と、高周波回路612を介してイオン発生電極体202の内電極204とが接続されている。なお、613は、制御部610から高周波回路612に通電される電流値を検出する電流検知手段であり、その検知結果が比較部614に入力されるようになっている。

次に、以上のように構成される空気調和機の使用形態について説明する。電源スイッチ608をONにすると、商用電源609から電源が供給され、制御部610は、コンプレッサ611と、送風ファン402に通電してこれを駆動させるとともに、高周波回路612にも通電して該高周波回路612を用いて内電極204に交流電圧を印加する。

これにより、送風ファン402の起風により室内の空気が吸込口403から吸い込まれフィルタ404で除塵や脱臭をされた後、熱交換器406により熱交換され吹出口405から冷却又は加熱された空気が室内に送出される。それと同時に、イオン発生電極体202から正負のイオンが発生して除菌効果のある活性種が空気とともに室内に送風されるため、適度な空気調和効果と相俟って、快適な居住環境を実現できる。

<実施例25>

以上のように構成される空気調和機400において、ガラス管203の外径を20mm、長さを150mm、厚みを1.2mm、内電極204の線径を0.18mm、長さを80mm、網目を40メッシュ、外電極205の線径を0.4mm、長さを80mm、網目を16メッシュとしたイオン発生電極体202を用い、実効値1.6kV、周波数20kHzの交流電圧をイオン発生電極体202に印加した。その結果、ガラス管203の側面から10cmの位置において、3万～4万個/ccというマイナスイオンとプラスイオンの発生量が得られた。このとき、外電極205に流れる電流値は1.2mAであった。なお、イオン濃度の測定には、(株)ダン科学製空気イオンカウンタ83-1001Bを使用した。

このように、イオン発生素子601の正常な動作状態では、高周波回路612

から内電極 204 に交流電圧が印加されているとき、外電極 205 に流れる電流は数mA程度の非常に微弱な電流である。しかしながら、イオン発生電極体 202 への塵やホコリなどの付着や誘電体であるガラス管 203 の損傷によって、内電極 204 と外電極 205 との間で部分的に短絡を起こし、比較的大電流が流れる場合がある。

このような短絡が生ずると、殺菌に有効なイオンの発生量が得られないばかりか、イオン発生電極体 202 の寿命の短縮や性能の劣化が問題となる。また、ガラス管 203 に人体が接触すると、内電極 204 と人体との間で放電が起り、人体を接地電位として人体内を電流が流れる場合があり、感電の危険性がある。

そこで、高周波回路 612 から内電極 204 に交流電圧を印加したとき、制御部 610 から高周波回路 612 へ流れる電流を電流検知手段 613 により検知し、その結果を制御部 610 に内蔵された比較部 614 に入力させるようとする。これにより、信号の入力を受けた比較部 614において、所定の基準値と比較され、基準値以上あれば、制御部 610 は高周波回路 612 への通電を OFF する。

空気調和機 400 の正常な運転状態でも、使用環境によっては 50mA 程度まで電流が流れる場合がある。また、人体が電極に触れる場合は、100mA 以上の電流が流れると、致死の可能性大きくなることが知られている。そのため、50 ~ 100mA の範囲から選択される値を電流の基準値とするのが適当である。

これにより、内電極 204 への交流電圧の印加も停止されるため、イオン発生素子 601 の誤動作や故障を未然に防止できる。従って、イオン発生電極体 202 の寿命の延長や性能の劣化防止が図られるとともに、誤ってイオン発生電極体 202 に外部から触れても感電の危険性がない安全な空気調和機 400 を提供できる。なお、本実施形態では電源スイッチ 608 は空気調和機 400 の運転スイッチを兼ねているものとして説明したが、空気調和機 400 の運転とイオン発生素子 601 の動作を別々のスイッチの操作により個別に制御できるようにしてもよい。

本発明の第 12 の実施形態について図面を参照して説明する。図 45 は、本発明の第 12 の実施形態に係るイオン発生素子 201 を備えた空気調和機 400 の制御装置の基本構成を示すブロック図である。この図において、図 44 の上記第

- 50 -

1 1 の実施形態の空気調和機 4 0 0 と共に通の部材には同一の符号を附している。

本実施形態では、イオン発生電極体 2 0 2 は回転自在であり、空気調和機 4 0 0 は、イオン発生電極体 2 0 2 を回転させるための回転軸 6 1 7 およびこの回転軸 6 1 7 を回転させる回転手段 6 1 8 と、異物除去手段としての送風素子 6 1 5 とを備える。それ以外の構成は上記第 1 1 の実施形態の場合と同様である。

回転手段 6 1 8 および送風素子 6 1 5 は、制御部 6 1 0 と接続され、この制御部 6 1 0 により回転手段 6 1 8 および送風素子 6 1 5 の動作制御を行う。具体的には、電流検知手段 6 1 3 で検出された電流値が所定値（例えば 2 0 0 mA）以上となったのに応じて回転手段 6 1 8 および送風素子 6 1 5 を作動させ、イオン発生電極体 2 0 2 を回転させるとともにイオン発生電極体 2 0 2 に風を当てる。

これにより、イオン発生電極体 2 0 2 に付着したホコリを飛ばし、かつイオン発生電極体 2 0 2 に付着した水をも蒸発させることができる。その結果、結露によるリークやホコリの付着による異常放電を防ぐことができるとともに、メンテナンスをしなくてもイオン発生電極体 2 0 2 を清浄に保つことができる。

本発明の第 1 3 の実施形態について図面を参照して説明する。図 4 6 は、本発明の第 1 3 の実施形態に係るイオン発生素子 6 0 1 を備えた空気調和機 4 0 0 の制御装置の基本構成を示すブロック図である。この図において、図 4 4 の上記第 1 1 の実施形態の空気調和機 4 0 0 と共に通の部材には同一の符号を附している。

本実施形態においても、イオン発生電極体 2 0 2 は、回転自在となっており、空気調和機 4 0 0 は、回転軸 6 1 7 および回転手段 6 1 8 と、異物除去手段としての加熱素子 6 1 6 とを備える。それ以外の構成は第 1 0 の実施形態と同様である。

回転手段 6 1 8 および加熱素子 6 1 6 は、制御部 6 1 0 と接続され、この制御部 6 1 0 により回転手段 6 1 8 および加熱素子 6 1 6 の動作制御を行う。具体的には、電流検出素子で検出された電流値が所定値（例えば 2 0 0 mA）以上となったのに応じて回転手段 6 1 8 および加熱素子 6 1 6 を作動させ、イオン発生電極体 2 0 2 を回転させるとともにイオン発生電極体 2 0 2 を加熱する。

これにより、イオン発生電極体 2 0 2 の電極に付着した水を全体にわたって蒸発させることができ、結露によるリークを防ぐことができる。また、イオン発生

- 51 -

素子 601 を動作させながらリークを起こすことなく、マイナスイオンとプラスイオンを発生させることができる。

なお、上記した構成は、空気清浄機、除湿機および加湿器などの空気調節装置にも適用することができ、この場合にも同様の効果を期待できる。また、各実施の形態に記載の特徴的構成を互いに組み合わせることも可能である。

ところで、本発明のイオン発生素子 201 はユニット化することにより、空気調和機を始めとする空気調節装置への着脱を容易に行えるようになるため、使い勝手がよくなるとともに、清掃や修理などのメンテナンス性も大幅に向上する。

本発明の第 14 の実施形態について図面を参照して説明する。図 47 は、本発明の第 14 の実施形態に係るイオン発生装置ユニット 715 を示す分解斜視図であり、図 48 はそのイオン発生装置ユニット 715 のユニット本体前 719 を示す斜視図であり、図 49A はそのイオン発生装置ユニット 715 のイオン発電極体 202 の装着状態を示す断面図であり、図 49B は同じくイオン発電極体 202 の装着状態を示す分解正面図であり、図 50 はそのイオン発生装置ユニット 715 のユニット本体後左 720 を示す斜視図であり、図 51 はそのイオン発生装置ユニット 715 のユニット本体後右 721 を示す斜視図であり、そして図 52 はそのイオン発生装置ユニット 715 のサブ送風機ユニット 716 を示す斜視図である。

本実施形態のイオン発生装置ユニット 715 は、図 47 に示すように、上記第 7 の実施形態のイオン発生素子 201 (図 8 参照) のイオン発電極体 202 と、サブ送風機ユニット 716 と、駆動回路ユニット 717、ユニット本体 718 とから構成されている。

サブ送風機ユニット 716 は図 52 に示すように構成されるものであり、イオン発電極体 202 に空気を取り入れ、発生したマイナスイオンとプラスイオンを吹出すためのもので、ケーシング 716a に、ファン 716b とモータ 716c を内蔵したもので、ケーシング 716a の接合面には穴部 719b (図 48 参照) と嵌合する凸部 716d が複数設けている。

ここで、イオン発生装置ユニット 715 の構成においては後述するサブ送風機ユニット 716 の吸込口 716e (図 47 参照) が配置される側が前側であり、それに相対する側

が後側とする。したがってサブ送風機ユニット716の動作にて後方に向かって空気がサブ送風機ユニット716内に吸込まれることになる。更にはサブ送風機ユニット716の吐出する方向（サブ送風機ユニット716に対してイオン発生電極体202の配置される方向）を左方とし、それに相対する方向を右方として説明する。

ユニット本体718は、ユニット本体前719、ユニット本体後左720、ユニット本体後右721から構成されている。

ユニット本体前719は、図48に示すように、イオン発生電極体202を収納するイオン発生収納部719dと、サブ送風機ユニット716のケーシング部719eと、イオン発生装置ユニット715を駆動する駆動回路ユニット717を収納する回路収納部719fとが一体に形成され、凹部状の形状で、凹部の外側の接合面近傍にサブ送風機ユニット716を係止するための引っ掛け用の穴部719bおよびユニット本体後左720、ユニット本体後右721を係止するための引っ掛け用の凸部719aを複数箇所に設けている。

また、図49Aに示すように、イオン発生収納部719dの内面の断面形状の一部は、カーブ面を有し、イオン発生装置ユニット715を受け保持するための受け部722、723が左右に形成され、左右の受け部722、723の間の下方部にはイオン発生電極体202を通過した空気を吹出すイオン吹出口724が配設される。このように、イオン発生電極体202からイオン吹出口724までの通路を極力短くし、更に、イオン発生収納部719dの容積を最小限にすることにより、通路の空気抵抗を小さくし、空気中のマイナスイオンとプラスイオンの量の減衰率を小さくし、マイナスイオンとプラスイオンの生成量を安定して放出できる。

受け部722、723は、図49Bに示すように、イオン発生電極体202の栓部材7、8部の外周面を受けるためにカーブ面を有した3本のリブ722a、723aと、上下のズレを防ぐためのボス722b、723bとがイオン発生収納部719およびユニット本体後左720の内面から突設され、更に、イオン発生電極体202の栓部材7、8の外面を受け、左右のズレを防止保持するために3本のリブ722a、723aはカーブ面より一段高くした形状である。

吹出口 724 の形状は、例えば、左右、前後に各 3 列の $3 \times 50\text{ mm}$ の細いスリット穴にし、このスリット穴よりイオン発生電極体 202 に異物が挿入しにくくしている。

また、ケーシング部 719e は、サブ送風機ユニット 716 のファンのケーシングの役割をする立壁をインボリュート状に形成し、その立壁の先端部にはモータ側のケーシングを接合するため係止用の穴 719b を複数設け、内面の外側には空気の吸い込みのためのサブ送風機吸込口 719c を設けている。

また、回路収納部 719f は、内側に凹状に立壁を形成し、立壁の先端にはユニット本体後右 721 を係止するための凸部 719a を複数設けている。また、駆動回路の基板を内装したケースを受ける H 形のリブを外側から内面に飛出したように配設している。また、H 形のリブ部の外側にはイオン発生装置ユニット 715 を固定するための穴が形成されている。

図 50 のユニット本体後左 720 は、イオン発生装置収納部をカバーするもので、内面は一部カーブ面を有し、イオン発生電極体 202 を受け保持するための受け部 720c, 720d が左右に形成され、イオン発生電極体 202 の栓部材 7, 8 部の外周面を受けるために R 状をした 3 本のリブが内面より突設され、更に、栓部材 7, 8 部の左右のズレを防止保持するためにカーブより一段高くした形状である。

また、外周の接合面には、ユニット本体前 719 を係止するための穴部 720a を複数設け、一方の受け部の側面壁にはリード線を通すスリット穴、他方の受け部の外側にはイオン発生装置ユニット 715 を固定する穴 720b を設けている。

図 51 のユニット本体後右 721 は、回路収納部をカバーするもので、内側に凹状に立壁を形成し、立壁の先端にはユニット本体前 719 の凸部 719a と嵌合する穴 721a を複数設けている。また、立壁の外側にはイオン発生装置ユニット 715 を固定する穴 721b を設けている。

以上の上記構成のイオン発生装置ユニット 715 の組立手順は、ユニット本体前 719 のケーシング 719e の所定の位置に、サブ送風機ユニット 716 を挿入にし、ケーシング 716a の凸部 716d をユニット本体前 719 の係止止めの穴部 719b に挿入して固定する。更に、ユニット本体前 719 の駆動回路ユニット部 719f の所定の位置に、

- 54 -

駆動回路ユニット717を挿入し、ユニット本体後右721を駆動回路ユニット717の上から被せ、ユニット本体後右721の穴部721aをユニット本体前719の係止止めの凸部719aに挿入して固定する。イオン発生装置収納部719dの所定の位置に、イオン発生電極体202を挿入し、ユニット本体後左720をイオン発生電極体202の上から被せ、ユニット本体後左720の穴部20dをユニット本体前の凸部719aに挿入して固定すると完成される。このようにイオン発生電極体202をユニット本体前719の受け部に装着し、ユニット本体後左720をカバーするとユニット本体後左720の受け部がイオン発生電極体202を押えるように固定でき、組立時にイオン発生電極体202が動かず、また、螺子を使用しないで分解・組立が容易になる。

本発明の第15の実施形態について図面を参照して説明する。図53は、本発明の第15の実施形態に係るイオン発生装置ユニット715を搭載した空気調和機を示す概略的な正面斜視図であり、図54は、その空気調和機の前パネル733を開いた状態の正面斜視図であり、図55は、その空気調和機の本体表示装置を拡大して示す正面図であり、図56は、その空気調和機のリモコンを示す斜視図であり、図57は、その空気調和機の室内機731を示す側面断面図であり、図58は、同じく室内機731のイオン発生電極体202の配設位置での側面断面図であり、図59は、同じく室内機731のイオン発生装置ユニット715の配設位置より左方での側断面図であり、図60は、同じく室内機731のイオン発生装置ユニット715の配設位置より右方での側断面図であり、そして図61は、その空気調和機を示す概略的な全体構成図である。

図53に示すように、空気調和機の室内機731は、熱交換器や室内ファンを設けた本体ケーシング732、フィルタの汚れを確認のために本体内部が視認できるように開閉自在に開く前パネル733、冷暖気を吹き出す吹出口734と、室内空気を吸い込む吸込口735、運転状況を表示する本体表示装置736から構成されている。また、リモコン737は運転の入切や運転条件の設定が遠隔操作ができる。

また、図54に示すように前パネル733を開いた状態で、前パネル733の吸込口735に対向して、本体ケーシング732の格子状の吸込口に、フィルタ右738、フィルタ左739が配設され、このフィルタ右738、フィルタ左739の略中央部に空気清浄

- 55 -

フィルタ 740、741 がそれぞれ取り付けられている。

図 55 に示すように、室内機 731 の吹出口の上方部に本体表示装置 736 があり、この本体表示装置 736 は、運転を表示する運転ランプ 742、室内の温度や室外の温度を表示する 2 枝のデジタル表示の温度ランプ 743、イオン発生装置の運転を表示する空清ランプ 744、リモコン 737 から信号を受けつける受光部 745、タイマー運転を予約すると表示するタイマーランプ 746 などとから構成されている。

図 56 に示すリモコン 737 は、運転状態を表示するリモコン表示部 747、室内機に信号を送ると点灯する送信表示 748、空気調和機を自動運転する「自動」ボタン 749、暖房運転する「暖房」ボタン 750、冷房運転する「冷房」ボタン 751、除湿運転する「除湿」ボタン 752、室内温度を設定する温度ボタン 753、イオン発生装置の運転の入／切をする「空清」ボタン 754、運転を停止する「停止」ボタン 755 などから構成されている。

図 57 は、室内機 731 の本体の側断面であり、室内機 731 のベースとなる本体ケーシング 732 と、熱冷媒体が内部を通過し、室内の空気を熱交換する室内熱交換器 756 と、室内の空気を吸い込んで室内熱交換器 756 で熱交換した空気を本体外に吹出すための室内ファン 757 と、本体ケーシング 732 の吹出口 734 で空気の流れを左右に向きを替える縦ルーバー 758 と、空気の流れを上下に向きを替える横ルーバー 759 と、吸込ロ 767 より吸い込んだ空気中のごみや塵を除去するフィルタ 738、739 が左右に構成されている。

フィルタ 738、739 は、前パネル 733 を開いた状態で、本体ケーシング 732 のフィルタガイド 760 に沿って挿入され、フィルタ左 739 は、イオン発生装置ユニット 715 のサブ送風機ユニット 716 の吸込ロ 768 のサブフィルタ 769 の出し入れ部分を除いた形状にしている。

また、室内熱交換器 756 の下方に室内空気と熱交換するときに発生するドレン水を受けるドレンパン 761 が配設されている。ドレンパン 761 の底面部より前方に向かって室内循環通路の通路上壁を形成し、通路上壁の途中にイオン発生装置ユニット 715 のイオン吹出口 724 が、直接臨むように開口部 760a が設けられている（図 58 参照）。

更に、ドレンパン 761 の前方側にはイオン発生装置ユニット 715 を取付けるボス 763, 764 が左右 2箇所に形成している（図 59, 図 60 参照）。

ドレンパン 761 とイオン発生装置ユニット 715との間には、ドレンパン 761 の内側のドレン水の影響によりドレンパン外側が結露するのを防止するのと結露水がイオン発生装置ユニット 715 内に侵入するのを防止するために断熱手段である発泡スチロール材 765 を取付ける（図 58 参照）。

また、吸込口 735 は、前パネル 733 の前面部の室内の空気を吸い込む吸込口 766 と、本体ケーシング 732 の上面部にも室内の空気を吸い込む吸込口 767 とから形成されている。

また、本体ケーシング 732 の吹出口 734 には、室内熱交換器 756 を介して室内ファン 57 を通ってきた空気の流れを上下に変える横ルーバー 759 と、横ルーバー 759 の上流側に左右に空気の流れを変える縦ルーバー 758 が形成され、更に横ルーバー 759 の略上方にはイオン発生装置ユニット 715 のイオン吹出口 724 が形成されている。

イオン発生装置ユニット 715 内の空気の流れは、図 57 に示すように、サブ送風機ユニット 716 により前パネル 733 のイオン吸込口 768 から本体ケーシング 732 とイオン発生装置ユニット 715 のサブ送風機ユニット 716 との間に設けた着脱自在のサブフィルタ 769 を介して吸込まれ、イオン発生装置ユニット 715 の内部を通ってイオン発生電極体 202 で発生したマイナスイオンとプラスイオンを空気に含んでイオン吹出口 724 から流れ出る経路となる。イオン吹出口 724 を出たマイナスイオンとプラスイオンを含んだ空気は、吸込口 735 から室内ファン 757 により吸込まれ、室内熱交換器 756 を介して熱交換され、吹出口 734 に放出される室内空気循環経路の空気と合流して、室内に放出される。このように、イオン発生電極体 202 で発生したマイナスイオンとプラスイオンを含んだ空気は、室内機 731 の吹出口 734 から放出されるので、イオン発生電極体 202 と室内機 731 の吹出口 734 との空気通路が短いために、空気中のマイナスイオンとプラスイオン量の減衰率が小さく、室内における殺菌効果が向上する。

また、サブフィルタ 769 はイオン発生装置ユニット 715 のサブ送風機ユニット 716 の吸込口近傍に着脱自在に設けられており、前パネル 733 を上方に開いて、サブフィ

- 57 -

ルタ取出口 770 から簡単に取り外して塵やホコリを取り除くことができるので、イオン発生装置ユニット 715 に塵やホコリの付着を極力なくし、安定してマイナスイオンとプラスイオンを発生させることができ、また、室内機 731 のフィルタ 738、739 とは別に単独に設けているので、使い勝手がよくメンテナンスがやり易い。

イオン発生装置ユニット 715 の室内機 731 への取付けは、図 59、57 に示すように、ドレンパン 761 の外側に設けられている 2箇所のボス 763、764 に、ユニット本体 718 の取付け穴 720b、721b を合せて螺子で固定する。このようにイオン発生装置ユニット 715 は、室内熱交換器 756 の最下端部に略平行状態で形設されるので、室内機 731 の空間を有効に利用でき特別な設置スペースを必要とせず、コンパクト化できる。

図 61 に示すように実施の形態の概略図で、室内機 731 と、室外機 771 と、リモコン 737 から構成され、室内機 731 は、室内熱交換器 756 と、室内ファン 757 とかなり、室外機 771 は室外熱交換器 772 と、圧縮機 773 と、膨張弁 774、室外ファン 775 から構成されている。

以上の構成において、空気調和機の運転動作を説明する。まず、操作手順について説明する。空気調和機の運転は、リモコン 737 の制御パネルの「自動」ボタン 749 を押すと、室内機 731 の本体表示装置 736 に「運転」ランプ 742 が点灯し、室内温度が温度ランプ 743 にデジタル表示され、リモコン 737 の制御パネルの表示部 747 には、自動、風量、風向などを表示する。

また、リモコン 737 の制御パネルの「暖房」ボタン 750 を押すと、室内機 731 の本体表示装置 736 に「運転」ランプ 742 が点灯し、室内温度が温度ランプ 743 にデジタル表示され、リモコン 737 の制御パネルの表示部 747 には、暖房、風量、風向、温度などを表示する。

運転を停止するときには、リモコン 737 の制御パネルの「停止」ボタン 755 を押すと、室内機 717 の本体表示装置 736 の運転ランプ 742 が消え、運転が停止する。

温度を変えたいときには、例えば 1°C 上げたいときには、リモコン 737 の制御パネルの「温度」ボタン 753 の「△」スイッチを一回押すと、設定温度が 1°C 変わり、暖房・

- 58 -

冷房運転モードのときは、リモコン 737 の制御パネルのリモコン表示部 747 と室内機 731 の本体表示装置 736 に設定温度が表示される。

また、自動・除湿運転モードの時には、リモコン 737 の制御パネルのリモコン表示部 747 に上げたい温度分だけの温度が表示され、室内機 731 の本体表示装置 736 に設定温度が表示される。

以下動作の一例を説明する。冷房運転時には、室外機 771 の圧縮機 773 から凝縮されて高温状態になっている熱交換媒体が、室外機 771 の室外熱交換器 772 に送られる。室外熱交換器 772 では、室外ファン 775 により、熱交換媒体の熱が奪われ、熱交換媒体は冷却される。熱交換媒体は、膨張弁 774 を通過して、室内機 731 の室内熱交換器 756 で、蒸発気化することにより、室内ファン 757 により室内熱交換器 756 を通過して室内的空気は冷やされる。室内の暖房は、冷房運転とは逆に、熱交換媒体を逆循環させることにより行われる。即ち、凝縮した熱交換媒体を、室内機 731 の室内熱交換器 756 に送り、室内熱交換器 756 を通過する室内的空気を温めて室内暖房を行う。

イオン発生装置ユニット 715 は、自動・冷房・暖房・除湿などの空気調和機の運転中、リモコン 737 の制御パネルの「空清」ボタン 754 を押して併用運転をすると、次回からの空気調和機の運転のときには「空清」と併用運転となる。「空清」ボタン 754 を押すと、イオン発生装置ユニット 715 の駆動回路ユニット 717 にも交流高電圧が印加され、プラスイオンとしての $H^+ (H_2O)_m$ 、マイナスイオンとしての $O_2^- (H_2O)_n$ が生成される。

サブ送風機ユニット 716 により、イオン吸込ロ 768 から吸込んだ室内的空気が、サブフィルタ 769 を通過して塵・ホコリのない空気流となって、イオン発生装置ユニット 715 のイオン発生電極体 202 から発生するマイナスイオンとプラスイオンを含んだ空気流となり、イオン吹出口 724 から室内循環経路の空気に合流し、吹出口 734 より室内の隅々まで空気が対流循環する。

また、空気調和機の運転が停止時に、イオン発生装置ユニット 715 を単独で運転するときは、リモコン 737 の「空清」ボタン 754 を操作して運転を開始すると、イオン発生装置ユニット 715 に交流高電圧が印加され、更に室内機 731 の室内ファン 756 の

駆動モータと横ルーバー 759 の駆動モータにも印加される。

前パネル 733 のイオン吸込口 768 から吸込んだ室内の空気が、サブフィルタ 769 を通過して塵・ホコリのない空気となって、イオン発生電極体 202 から発生するマイナスイオンとプラスイオンを含んだ空気はユニット本体のイオン吹出口 724 から室内循環経路の空気と合流して、吹出口 734 より室内に放出される。従って、室内の空調とともに、プラスとマイナスのイオンの作用による室内の浮遊細菌の殺菌除去効果が得られる。

本実施形態では、イオン発生装置ユニットを搭載する空気調節装置として、空気調和機を例にして説明したが、これ以外に空気清浄機、除湿機、加湿器、冷蔵庫、石油ファンヒーター、石油ストーブ、電気ストーブなどの商品に搭載することも可能である。いずれの場合も、マイナスイオンおよびプラスイオンの作用によって殺菌をすることが可能となる。

本発明の第 16 の実施形態について図面を参照して説明する。図 62 は、本発明の第 16 の実施形態のイオン発生装置ユニット 833 を備えた空気調和機の室内機 801 を示す斜視図であり、図 63 は、その室内機 801 の前パネル 803 を開けた状態を示す斜視図であり、図 64 は、その空気調和機の液晶表示装置 806 を拡大して示す正面図であり、図 65 は、その空気調和機のリモコン 808 を示す拡大図であり、図 66 は、その空気調和機の室内機 801 を示す側面断面図であり、図 67 は、その空気調和機を示す概略的な全体構成図であり、図 68 は、その空気調和機に搭載されるイオン発生装置ユニット 833 を示す断面図であり、図 69A は、そのイオン発生装置ユニット 833 の第 1 吹出口 879 を閉塞して第 2 吹出口 880 を開放した状態を示す断面図であり、図 69B は、そのイオン発生装置ユニット 833 の第 1 吹出口 879 を開放して第 2 吹出口 880 を閉塞した状態を示す断面図であり、図 70 は、その空気調和機の制御装置のブロック図であり、図 71 は、そのイオン発生装置ユニット 833 の他の例を示す断面図であり、図 72 は、そのイオン発生装置ユニット 833 の更に他の例を示す断面図であり、そして図 73 は、そのイオン発生装置ユニット 833 用の接続端子のある空気調和機の室内機 801 の前パネル 803 を開けた状態を示す斜視図である。

室内機 801 は、図 62 に示すように、熱交換器や室内ファンなどが内装され

- 60 -

た本体ケーシング 802、フィルタの汚れを確認するときなどに本体内部を視認するために開閉可能とされた前パネル 803、冷暖気を吹き出す吹出口 804 と、室内空気を吸い込む吸込口 805、運転状況を表示する液晶表示装置 806、除加湿装置からの除加湿された空気を吹き出す除加湿用吹出口 807 を備えている。また、運転の入切や切替を遠隔操作するリモコン 808 を備えている。

また、図 63 に示すように、前パネル 803 は本体ケーシング 802 に開閉自在に支持されており、前パネル 803 に形成された吸込口 805 に対向して、本体ケーシング 802 の格子状の吹出口 804 が形成され、この吸込口 805 には、吸込口 805 より吸い込んだ空気中のごみや塵を除去する右フィルタ 809 及左フィルタ 810 が配設されている。右フィルタ 809 および左フィルタ 810 の略中央部に、空気清浄フィルタ 811、812 がそれぞれ取り付けられている。本体ケーシング 802 の右側には、除加湿装置用に室内空気を吸い込むための除加湿用吸込口が形成され、除加湿用フィルタ 813 が配設されている。

本体ケーシング 802 の中央部には、図 64 に示すような、液晶表示装置 806 が配置されている。この液晶表示装置 806 は、室内の湿度に応じて点灯する湿度ランプ 814、室内の空気の汚れに応じて色が変わる清浄度ランプ 815、リモコン 808 からの操作ボタンの信号によって、室内の環境と運転状況を表示する表示部 816、リモコン 808 から信号を受け付ける受光部 817 とから構成されている。

リモコン 808 は、図 65 に示すように、運転状況を表示するリモコン表示部 818、室内機 801 に信号を送ると点灯する送信表示 819、空気調和機を運転する運転／停止スイッチ 820、室内の温度を設定する温度スイッチ 821、除加湿装置の除湿運転を入／切する湿度スイッチ 822、除加湿装置の換気運転を入／切する換気スイッチ 823、イオン発生装置ユニット 833 の運転の入／切をするクラスタースイッチ 824 などから構成されている。

図 66 に示すように、室内機 801 の内部には、内部を通過する熱冷媒と外部の室内の空気との間で熱交換をする室内熱交換器 825 と、室内の空気を吸い込んで室内熱交換器 825 で熱交換した空気を本体外に吹き出すための室内ファン 826 とが装着されている。

- 61 -

本体ケーシング802の前面下部に形成された吹出口804には、空気の流れの向きを左右方向に変える縦ルーバ827と、流れの向きを上下方向に変える横ルーバ828とがそれぞれ回動可能に取り付けられている。

本体ケーシング802の前面には、フィルタガイド829が形成され、前パネル803を開いた状態でフィルタ809、810をフィルタガイド829に沿って挿入して装着する。右フィルタ809は、液晶表示装置806を回避した形状となっている。また、室内熱交換器825の下方に、室内空気と熱交換するときに発生するドレンを受けるドレンパン830が配設されてる。なお、吸込口805は、前パネル803の液晶表示装置806を囲むように形成された前吸込口831と、本体ケーシング802の上面に形成された上吸込口832とから構成される。

そして、吸込口805からフィルタ809、810、室内熱交換器825を通って吹出口804に至る循環通路Cが形成される。この循環通路Cによって吸込口805から吸い込まれた室内の空気は、吹出口804から室内に吹き出され、循環する。

本体ケーシング802の吹出口804の近傍には、イオン発生装置ユニット833が配設されている。このイオン発生装置ユニット833を通るように送風通路Dが循環通路Cとは別に設けられている。送風通路Dは、室内熱交換器825とフィルタ809、810との間に形成され、循環通路Cに連通している。これにより、吸込口805を通らずに直接イオン発生装置ユニット833を通って、室内熱交換器825よりも下流側に位置する合流口834から循環通路Cに出て、循環通路Cを通る空気と合流して、室内に放出される。また、本体ケーシング802には、イオン発生装置ユニット833に対向してイオン吹出用開口835が形成され、前パネル803にこの開口835に連通するイオン吹出口836が形成されている。このように、イオン発生装置ユニット833を送風通路Dに配置することにより、結露状態になって、イオン発生能力の低下を招くことを防止できる。

空気調和機は、図67に示すように、室内機801と室外機840とリモコン808とから構成され、室内機801は、室内熱交換器825および室内ファン

- 62 -

826を備え、室外機840は室外熱交換器841、圧縮機842、膨張弁843および室外ファン844を備えている。

また、室内機801には除加湿装置850が搭載されており、除加湿装置850は、室内の水分を吸着、脱離する吸湿ロータ851、室内の空気を吸い込む除湿ファン852、吸湿ロータ851に再生空気を送る再生ファン853、吸湿ロータ851に送る再生空気を加熱する再生ヒータ854、経路を切り替えるダンパ855から構成されている。

イオン発生装置ユニット833は、図68に示すように、上記第7の実施形態のイオン発生素子201(図8参照)のイオン発生電極体202、送風機861、ユニット吸込口862、フィルタ863およびユニットケース864、複数の吹出口から構成されている。

ユニットケース864は、イオン発生電極体202を収納するケース860aに送風機861のケーシング861aが一体的に取り付けられた構造であって、耐オゾン性に優れた材料、例えば、ポリブチレンテレフタレート(PBT)によって細長い円筒又は直方体をした形状とされるが、この形状に限定されるものではない。送風機861は、イオン発生電極体202の軸線方向の上流側に配置され、取付口876を介してイオン発生電極体202と連通される。

そして、送風機861は、ケーシング861aに形成されたユニット吸込口805から取り込まれた空気を取付口876、通気口878を通じてイオン発生電極体202に送り込み、ここで発生したマイナスイオンとプラスイオンを吹き出すためのものである。室内機801の送風通路Dにおける収納状態に応じて、ケーシング、ファン、モータの形態を適宜選択すればよい。

ユニット吸込口805には、フィルタ863が取付られている。フィルタ863としては、塵やホコリなどを除去するプレフィルタと室内の臭いを除去するための脱臭フィルタなどを組み合わせたものか、又はいずれか単体のフィルタでも構わない。

ユニットケース864のケース860aには、イオン発生電極体202に対向するように2つの吹出口804が形成され、イオン吹出口836を通じて直接室内に吹き出す第1吹出口879と、合流口834に向けて吹き出す第2吹出口8

- 63 -

80とされる。両吹出口879, 880は90°ずらして配されている。また、ユニット吸込口862は、第1吹出口879と同じ向きか、又は第2吹出口880と180°ずれた位置に配されている。

そして、イオン発生装置ユニット833からの吹き出し方向を空気調和機の運転状況に応じて切り換えるための切換手段が設けられ、各吹出口879, 880を開閉するダンパ881と、ダンパ881を駆動する駆動装置とからなる。ダンパ881は、図69Aおよび図69Bに示すように、ユニットケース864の内周面に応じた円弧状の板であり、内周の約1/3の大きさを有している。ダンパ881は、ユニットケース864に内周面に沿ってスライド可能なように軸線方向の両端を支持され、一端側にピニオンギヤ883に噛み合わされたギヤ884と、このギヤ884を回転させるステッピングモータ885とからなる。ステッピングモータ885が駆動されると、ダンパ881が移動して、各吹出口879, 880のうち一方の吹出口が開放され、他方の吹出口が閉塞されることにより、吹出口879, 880の切り換えが行われる。なお、両吹出口879, 880を閉塞しない位置までダンパ881を移動可能なようにしておけば、両吹出口879, 880から空気を吹き出すことも可能である。

また、イオン発生電極体202の近傍に発光体886が設けられ、ダンパ881には透明な材料が使用されて、イオン発生電極体202の運転中に発光体886からの青色などの光によって照らされたイオン発生電極体202を外部から視認できるようにされている。なお、発光体886の光を直接外部から確認できるようにしてもよい。

以上のイオン発生装置ユニット833の構成において、ユニットケース864内の所定の位置にダンパ881を装着し、ステッピングモータ885をユニットケース864に外部から装着して仮止めし、ステッピングモータ885のシャフトにギヤ884を取り付けて、ダンパ881のピニオンギヤ883に噛み合わせて、ステッピングモータ885を固定する。更に、発光体886が搭載された基板を所定の位置に取り付ける。ユニットケース864内の取付孔887にイオン発生電極体202の絶縁パッキン868を取り付け、フィルタ863を装着した送風機861のケーシング861aをケース860aに螺子などによって組み付

けると、イオン発生装置ユニット 833 が完成する。このユニット 833 を送風通路 D 内の所定の位置に螺子などによって着脱可能に装着する。

次に、空気調和機の運転動作の一例について説明する。まず、操作はリモコン 808 によって行うことができ、その手順を説明する。リモコン 808 の制御パネルの運転切換スイッチ 834 を押すごとに運転モードが「自動」→「暖房」→「冷房」→「ドライ」→「自動」と変わって、リモコン表示部 818 に表示される。この操作によって運転モードを選択する。

リモコン 808 から送信された信号は、室内機 801 の液晶表示装置 806 の受光部 817 によって受信される。室内機 801 には、制御装置が内蔵されており、図 70 に示すように、制御装置は、CPU、メモリなどから成る制御部 890 と、スイッチ判定手段 891 と、室内ファン駆動回路 892 と、イオン発生素子駆動回路 893 と、除加湿装置駆動回路 894 と、ダンパ駆動回路 895 とを備えており、リモコン 808 からの信号に応じて各装置を作動させる。

運転／停止スイッチ 820 を押すと、室内機 801 の液晶表示装置 806 に運転内容、設定温度、室内温度が順に表示され、運転中は、常に室内温度を表示する運転を停止するときには、運転／停止スイッチ 820 を押すと、液晶表示装置 806 の表示が消え、運転が停止する。温度を変えたいとき、例えば、1°C 上げたいときには、温度スイッチ 821 の「△」スイッチを 1 回押すと、設定温度が 1°C 上がり、暖房・冷房運転モードのときは、リモコン表示部 818 と液晶表示装置 806 に設定温度が表示される。このとき、液晶表示装置 806 の設定温度が表示される。また、自動・ドライ運転モードのときには、リモコン表示部 818 に上げたい温度分だけの温度が表示され、液晶表示装置 806 に設定温度が表示される。このとき、液晶表示装置 806 の設定温度の表示は、約 4 秒後に室温表示に戻る。風量を変えたいときには、風量スイッチ 835 を押すごとに、風量が変化し、リモコン表示部 818 に「風量自動」→「風量△」→「風量△△」→「風量△△△」→「風量自動」と表示され、液晶表示装置 806 に「風量自動」→「風量微風」→「風量弱風」→「風量強風」→「風量自動」と表示される。

上記のように所望の運転モードが選択される。冷房運転時には、圧縮機 842 から凝縮されて高温状態になっている熱交換媒体が、室外機 840 の室外熱交換

- 65 -

器 841 に送られる。室外熱交換器 841 では、室外ファン 844 により外気が室外熱交換器 841 に送風され、熱交換媒体の熱を奪い、熱交換媒体は冷却される。熱交換媒体は、膨張弁 843 を通過して、室内熱交換器 825 により蒸発気化される。室内ファン 826 により吸い込まれた室内の空気は室内熱交換器 825 を通過して、室内熱交換器 825 により熱を奪われる。このようにして、室内の空気は冷やされて循環し、冷房が行われる。

暖房運転は、冷房運転とは逆に、熱交換媒体を逆循環させることにより行われる。凝縮した熱交換媒体を室内熱交換器 825 に送り、室内熱交換器 825 を通過する室内の空気を暖めて室内暖房を行う。熱交換媒体は、膨張弁 843 を通過して室外熱交換器 841 により蒸発させられる。さらに、室外ファン 844 により室外熱交換器 841 に送風された外気と熱交換をして、外気からの熱を奪い、圧縮機 842 に戻る。

ここで、空気の流れとしては、室内ファン 826 によって、室内機 801 の前パネル 803 の吸込口 831 および本体ケーシング 802 の吸込口 832 から吸い込まれ、フィルタ 809, 810 を通過して、室内熱交換器 825 に至る。室内熱交換器 825 の表面全体に室内の空気が導かれるので、室内熱交換器 825 での熱交換効率がよくなる。室内熱交換器 825 を通過して、吹出口 804 から吹き出される。

また、空気調和機の運転が開始されると、これに連動してイオン発生装置ユニット 833 にも交流高電圧が印加され、マイナスイオンとプラスイオンが生成される。また、空気調和機の運転開始と同時に、ステッピングモータ 885 が駆動され、図 69A に示すように、ダンバ 881 が移動して第 2 吹出口 880 を開放し、送風通路 D は合流口 834 から吹出口 804 に連通する。

吸込口 831 から吸い込まれてフィルタ 809, 810 を通過した空気の一部は、送風通路 D に入り、イオン発生装置ユニット 833 に吸い込まれる。ユニットケース 864 のフィルタ 863 を通過して臭いや塵、ホコリの除去された空気は、イオン発生電極体 202 の動作によって生成するマイナスイオンとプラスイオンを含んで、第 2 吹出口 880 から吹き出される。イオン発生装置ユニット 833 から吹き出された空気は、送風通路 D を経て合流口 834 から循環通路 C を

流れる熱交換された空気と混合されて、吹出口 804 より吹き出され、室内の隅々まで空気が対流循環する。従って、室内の空調とともに、プラスとマイナスのイオンの作用による室内の浮遊細菌の殺菌除去効果が得られる。

また、この空気調和機では、イオンを発生するイオン発生装置ユニット 833 を単独運転させることも可能である。この場合、空気調和機の運転停止中に、リモコン 808 のクラスター・スイッチ 824 を「入」にする。すると、イオン発生電極体 202 の交流高電圧が印加され、室内機 801 の室内ファン 826 にも印加される。また、ステッピングモータ 885 が駆動され、図 69B に示すように、ダンパ 881 が移動して第 1 吹出口 879 を開放し、送風通路 D はイオン吹出口 836 に連通する。

室内ファン 826 によって吸込口 805 から吸い込まれた空気は、送風機 861 によって送風通路 D に流れ、イオン発生装置ユニット 833 内に吸い込まれる。イオン発生装置ユニット 833 から吹き出されたマイナスイオンとプラスイオンを含んだ空気は、第 1 吹出口 879 を通ってイオン吹出口 836 から室内に放出される。これにより、空調運転に関係なく単独でも運転をすることができ、室内的空気中の浮遊細菌に対しての殺菌効果が得られ、空気調和機としての商品の使い勝手の向上が図られる。

更に、除加湿装置 850 の運転により、室内の空気を除湿、加湿して、空気の物性を調節できる。そこで、除加湿装置 850 を運転するとき、同時にイオン発生装置ユニット 833 も併用運転するようにする。リモコン 808 の湿度スイッチ 822 又は換気スイッチ 823 を「入」にして、除加湿装置 850 の運転を開始するとイオン発生装置ユニット 833 に交流高電圧が印加され、更に室内ファン 826 にも印加される。また、ダンパ 881 が第 1 吹出口 879 を開放するようにステッピングモータ 885 が駆動され、送風通路 D はイオン吹出口 836 に連通する。

イオン吹出口 836 からマイナスイオンとプラスイオンを含んだ空気が吹き出されるとともに、除加湿用吹出口 807 から水分量を調整された空気が吹き出され、室内的空気中の浮遊細菌が殺菌除去される。

ここで、本実施形態の他の例のイオン発生装置ユニット 833 として、図 71

に示すように、第1吹出口879に空気の流れを変える風向調整手段を設けてよい。その他の構成は上記実施形態と同じである。

風向調整手段として、第1吹出口879に複数の縦ルーバ870が回動自在に取り付けられ、各縦ルーバ870が連結板871によって連結されている。そして、図示しないステッピングモータによって、各縦ルーバ870が任意の角度に位置決めされたり、又は連続的に首振りされる。これによって、イオンを含んだ空気を所望の方向に吹き出したり、又は満遍なく吹き出すことができる。

また、本実施形態の更に他の例のイオン発生装置ユニット833として、図72に示すように、イオン発生素子201や送風機861を駆動するために制御回路や電源回路を搭載した制御基板872をイオン発生装置ユニット833に設けてよい。すなわち、ケーシング861aに制御基板872を収納するための収納部873が一体的に形成され、ここに制御基板872が着脱可能に装着される。そして、本体ケーシング802には、図73に示すように、その前面にイオン発生装置ユニット833用の接続端子874が設けられている。この接続端子874は、通常はカバーで覆われている。

イオン発生装置ユニット833を本体ケーシング802内の所定の位置に装着した後、制御基板からのケーブルを接続端子874に接続する。これによって、空気調和機からイオン発生装置ユニット833に対して、電源電圧が供給され、制御信号が送信される。従って、このようなイオン発生装置ユニット833であれば、後付けすることが容易となり、オプションとしてのユーザーの要望に応じることができる。

本実施形態では、イオン発生装置ユニットを搭載する空気調節装置として、空気調和機を例にして説明したが、これ以外に空気清浄機、除湿機、加湿器、冷蔵庫、石油ファンヒーター、石油ストーブ、電気ストーブなどの商品に搭載することも可能である。いずれの場合も、マイナスイオンおよびプラスイオンの作用によって殺菌をすることが可能となる。また、イオン発生装置ユニットにおいて、送風機はイオン発生電極体の上流側に配されているが、逆にイオン発生電極体の下流側に配してもよい。

また、吹出口は2つに限らず3つ以上としてもよく、この場合、各吹出口ごとにシャッターをそれぞれ設け、シャッターの開閉によって吹出口を個別に開閉し

て、吹出口を切り換えるようにしてもよい。複数の吹出口を組み合わせて吹き出し方向を設定すれば、使用目的に応じた多様な使い方ができる。

本発明の第17の実施形態について図面を参照して説明する。図74は、本発明の第17の実施形態に係るイオン発生素子201'を示す概略的な構成図である。図74において、202は、上記第7の実施形態のイオン発生素子201(図8参照)のイオン発生電極体である。

イオン発生素子201'は、イオン発生電極体202と、その内電極204を電圧印加用電極として接続されるとともに、外電極205を接地用電極として接続された高圧交流電源206と、電源スイッチ(図示せず)とから構成されている。そして、空間に生じたオゾンの濃度を計測するために、オゾン濃度測定装置12を設け、そのオゾン感知素子をガラス管203に近接するように配置した。

以上のように構成されたイオン発生素子201'において、電源スイッチをONに入れると、イオン発生電極体202のガラス管203の側面からマイナスイオンとプラスイオンが発生する。このとき、オゾンも生成する。そこで、このイオン発生素子201'の動作によって生成するオゾンの生成速度および寿命を求めるため、以下の実験を行った。

<実施例26>

イオン発生電極体202のガラス管203として、内径10mm、厚み1.0mm、長さ150mmの円筒型パイレックスガラス管、内電極204として、線径0.23mmのステンレス304鋼線を平織りした長さ80mm、目開き数48メッシュの金網、そして外電極205として、線径0.4mmのステンレス304鋼線を平織りした長さ80mm、目開き数16メッシュの金網を使用した。

そして、このようなイオン発生電極体202を有するイオン発生素子201'を容積27Lのアクリル樹脂製の密閉容器内に設置し、外電極205を接地電位として、高圧交流電源206により内電極204に、実効値1.1kV、周波数12kHzの交流電圧を印加し、オゾン濃度測定装置12によりイオン発生素子201'から発生するオゾンの濃度を測定した。なお、オゾン濃度測定装置12としては、(株)荏原実業製紫外線吸収式オゾンモニターEG-2001を使用した。

- 69 -

図75は、オゾンの初期濃度が0.001 ppm以下の雰囲気から6分間電源スイッチ207をONに保持し、その後OFFに切り換えたときのオゾン濃度の変化を測定したものである。図75に示すように、電源スイッチ207がON、OFFいずれの状態とも、オゾン濃度の変化は指数関数的に近似された。

ところで、一般家庭などの室内でオゾンが生成した場合、オゾン濃度 C_{ozone} の時間変化は、その初期値を0とすると、次式で与えられる。

$$C_{\text{ozone}} = (n_0 / (\eta + K)) (1 - \exp(-(\eta + K) t))$$

ここで、 n_0 はオゾンの生成速度、 η はオゾンの減衰係数（オゾンの寿命 τ の逆数）、Kは換気率、tは時間である。

一方、オゾンの自然減衰による濃度 C_{ozone} の時間変化は、次式で与えられる。

$$C_{\text{ozone}} = C_0 \exp(-(\eta + K) t)$$

ここで、 C_0 はオゾンの初期濃度である。

そして、図75の実測したオゾン濃度の時間変化を示す曲線に、上記式をフィッティングすることにより、オゾンの生成速度および寿命を算出したところ、オゾン生成速度 n_0 は1.02 mg/m³ min、寿命 τ は170.6 secであった。なお、換気率Kは0とした。ところで、オゾンの寿命 τ は一般家庭の室内などの雰囲気中では通常180 sec以下である。従って、求められたオゾンの寿命 τ は、充分な妥当性を持つものである。

本実施形態によると、イオン発生素子201に固有の特性であるオゾン生成速度に基づき、電源スイッチ207をONに保持する時間およびOFFに保持する時間を制御して間欠的にイオン発生素子201を動作させることにより、充分量のマイナスイオンとプラスイオンを確保しながらオゾンの生成を低減できるのである。

本発明の第18の実施形態について図面を参照して説明する。図76は、本発明の第18の実施形態に係る空気清浄機300'を示す概略的な側面断面図である。図76において、図3の上記第2の実施形態の空気清浄機300と共通の部材には同一の符号を附し、その説明を省略する。

本実施の形態に特徴的な構成は、図76に示すように、送風経路の吹出口305の近傍に上記第17の実施形態のイオン発生素子201'（図74参照）のイ

オン発生電極体 202 を設けるとともに、その下流側の近傍にオゾン濃度検出用のオゾンセンサ 13 を設けたことである。なお、オゾンセンサ 13 としては、紫外線吸収式、ポーラロ法又は半導体法を利用したセンサを用いるものとする。

以上のように構成された空気清浄機 300' を運転すると、送風ファン 302 が回転され、吸込口 303 から送風経路に吸い込まれた空気は、フィルタ 304 を通過する過程で塵や臭い成分を除去された後、吹出口 305 から吹き出される。このとき、イオン発生素子 201' の動作を ON にすると、イオン発生電極体 202 の近傍の空間に生成したマイナスイオンとプラスイオンも清浄な空気とともに、吹き出されることになる。そして、オゾンセンサ 13 によりイオン発生電極体 202 の近傍に生成して吹き出されるオゾンの濃度が検出される。

次に、本実施形態の空気清浄機 300' による空気中の浮遊細菌の殺菌性能について実施例を挙げて以下に説明するが、本実施形態の空気清浄機 300' は以下の実施例に限定されず、動作条件などに適宜変更を加えて動作させることができる。

<実施例 27 >

上記実施例 26 のイオン発生素子 201' を備えた空気清浄機 300' において、オゾンセンサ 13 をイオン発生電極体 202 から 5 cm 離れた位置に配設し、送風ファン 302 を風量 0.8 m³/min で運転するとともに、電源スイッチ 207 によって様々な間隔でイオン発生素子 201' を間欠的に動作させ、イオン発生素子 201' から発生するオゾンの濃度を測定した。このとき、電源スイッチ 207 の ON-OFF の間隔とオゾン濃度との関係は、表 10 のようになつた。なお、オゾン濃度の測定には、(株) 萩原実業製紫外線吸収式オゾンモニター EG-2001 を使用した。

表 10 に示すように、連続的にイオン発生素子 201' を動作させた場合、オゾンの濃度は、安全基準の 0.01 ppm を越える 0.05 ppm と高いが、間欠動作とした場合は、その間隔によってオゾンの濃度を基準値以下に低減することができた。

従って、オゾンセンサ 13 により生成するオゾンの濃度を追跡しながらイオン発生素子 201' の間欠動作の間隔を可変することにより、有害なオゾンの生成

を抑制しつつ、イオン発生素子 201' から発生するマイナスイオンとプラスイオンを送り出して空気中の浮遊細菌を殺菌できる。

本発明の第 19 の実施形態について図面を参照して説明する。図 77 は、本発明の第 19 の実施形態に係る空気調和機 400' を示す概略的な側面断面図である。図 77 において、図 4 の上記第 3 の実施形態の空気調和機 400 と共通の部材には同一の符号を附し、その説明を省略する。

本実施の形態に特徴的な構成は、図 77 に示すように、送風経路の吹出口 405 の近傍に上記第 17 の実施形態のイオン発生素子 201' (図 74 参照) のイオン発生電極体 202 を設けるとともに、その下流側の近傍にオゾン濃度検出用のオゾンセンサ 14 を設けたことである。なお、オゾンセンサ 14 としては、紫外線吸収式、ポーラロ法又は半導体法を利用したセンサを用いるものとする。

以上のように構成された空気調和機 400' を運転すると、送風ファン 402 が回転され、吸入口 403 から送風経路に吸い込まれた空気は、フィルタ 404 を通過する過程で塵や臭い成分を除去された後、熱交換器 406 で冷媒と熱交換され、吹出口 405 から吹き出される。このとき、イオン発生素子 201' の動作を ON にすると、イオン発生電極体 202 の近傍の空間に生成したマイナスイオンとプラスイオンも清浄な空気とともに、吹き出されることになる。そして、オゾンセンサ 14 によりイオン発生電極体 202 の近傍に生成して吹き出されるオゾンの濃度が検出される。

次に、本実施形態の空気調和機 400' による空気中の浮遊細菌の殺菌性能について実施例を挙げて以下に説明するが、本実施形態の空気調和機 400' は以下の実施例に限定されず、動作条件などに適宜変更を加えて動作させることができる。

< 実施例 28 >

上記実施例 26 のイオン発生素子 201' を備えた空気調和機 400' において、オゾンセンサ 14 をイオン発生電極体 202 から 5 cm 離れた位置に配設し、送風ファン 402 を風量 $0.8 \text{ m}^3/\text{min}$ で運転するとともに、電源スイッチ 207 によって様々な間隔でイオン発生素子 201' を間欠的に動作させ、イオン発生素子 201' から発生するオゾンの濃度を測定した。このとき、電源スイ

ッチ 207 の ON-OFF の間隔とオゾン濃度との関係は、表 11 のようになつた。なお、オゾン濃度の測定には、(株) 荘原実業製紫外線吸収式オゾンモニター EG-2001 を使用した。

表 11 に示すように、連続的にイオン発生素子 201' を動作させた場合、オゾンの濃度は、0.05 ppm と比較的高いが、間欠動作とした場合は、その間隔によってオゾンの濃度を 0.01 ppm 以下に低減することができた。

従つて、オゾンセンサ 14 により生成するオゾンの濃度を追跡しながらイオン発生素子 201' の間欠動作の間隔を可変することにより、有害なオゾンの生成を抑制しつつ、イオン発生素子 201' から発生するマイナスイオンとプラスイオンを送り出して空気中の浮遊細菌を殺菌できる。

本発明の第 20 の実施形態について図面を参照して説明する。図 78 は、本発明の第 20 の実施形態に係る空気清浄機を示す概略的な側面断面図である。図 78において、202 は上記第 7 の実施形態のイオン発生素子 201 (図 8 参照) のイオン発電極体、912 は空気吸込口、913 は空気 912 の下流側に配設されたプレフィルタ、914 は二酸化マンガンなどのオゾン分解触媒を担持した活性炭フィルタ、915 は HEPA フィルタ、916 は送風ファン、917 は空気吹出口である。この構成において、イオン発電極体 202 の外電極 205 を接地電位として、内電極 204 に高圧交流電源 (図示せず) から交流電圧が印加されるようになっている。

ところで、イオン発電極体 202 の内電極 204 と外電極 205 にステンレス製の金網を使用した場合、金網の目開き数によって、交流電圧を印加したときに発生するマイナスイオンとプラスイオンの濃度 (個 / cc) が変化することが観測された。

< 実施例 29 >

ガラス管 203 として、外径 12 mm、厚み 1.0 mm、長さ 150 mm の円筒型バイレックスガラス管、内電極 204 として、線径 0.23 mm のステンレス 304 鋼線を平織りした長さ 80 mm、目開き数 48 メッシュの金網、そして外電極 205 として、線径 0.15 ~ 0.22 mm、ステンレス 304 鋼線を平織りした長さ 80 mm、目開き数 9 ~ 100 メッシュの金網を使用した。

- 73 -

そして、外電極 205 を接地電位として、高圧交流電源により内電極 204 に実効値 1.1 ~ 1.4 kV、周波数 15 kHz の交流電圧を印加した。そして、ガラス管 203 の側面から 20 cm 離れた位置に設けた測定点において、(株)ダン科学製空気イオンカウンタ 83-1001B によって移動度 $1 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{sec}$ 以上のマイナスイオンとプラスイオンの濃度を測定した。その結果をそれぞれ図 79 に示す。なお、イオン濃度測定には、(株) ダン科学製空気イオンカウンタ 83-1001B を使用した。

図 79 に示すように、外電極 205 の目開き数が増加すると、発生するイオンの濃度も上昇する傾向があるが、目開き数が 30 メッシュ以上では、イオン濃度はおおむね一定と見てよく、20 ~ 40 万個/cm³ 程度のマイナスイオンとプラスイオンが測定された。

ところで、イオン発生電極体 202 に交流電圧を印加すると、イオンとともにオゾンも少なからず発生するが、オゾンは不快な臭気を伴うだけでなく、人体に有害な物質であるため、オゾンの発生量を極力少なくすることが望ましい。

< 実施例 30 >

ガラス管 203 として、外径 12 mm、厚み 1.0 mm、長さ 150 mm の円筒型パイレックスガラス管、内電極 204 として、線径 0.23 mm のステンレス 304 鋼線を平織りした長さ 80 mm、目開き数 48 メッシュの金網、そして外電極 205 として、線径 0.15 ~ 0.22 mm、ステンレス 304 鋼線を平織りした長さ 80 mm、目開き数 9 ~ 100 メッシュの金網を使用した。

そして、外電極 205 を接地電位として、高圧交流電源により内電極 204 に実効値 1.1 ~ 1.4 kV、周波数 15 kHz の交流電圧を印加した。そして、ガラス管 203 の側面から 20 cm 離れた位置に設けた測定点において、オゾンの濃度を測定した。なお、測定には(株) 菊原実業製紫外線吸収式オゾンモニター E G-2001 を使用した。その結果をそれぞれ図 80 に示す。

図 80 に示すように、外電極 205 の目開き数が増加すると、発生するオゾン濃度も上昇する傾向があるが、30 ~ 60 メッシュの範囲ではおおむね一定と見てよい。

従って、オゾンの発生を抑制して最大限のイオン発生量を確保するには、内電

- 74 -

極 204 に 48 メッシュの金網を用いた場合、外電極 205 の目開き数は 30 ~ 60 メッシュの範囲内にあるのが望ましいことが分かった。

次に、このような特性を持つイオン発生電極体 202 を、図 78 に示すように、空気吹出口 917 の近傍に設けた空気清浄機による空気中に浮遊する細菌の殺菌性能を評価した。

< 実施例 31 >

この空気清浄機を縦 2.0 m、横 2.5 m、高さ 2.7 m の対象区域の内部に設置した。そして、予め培地上で培養した一般生菌と真菌を容器内に散布した。そして、イオン発生電極体 202 に実効値 1.1 ~ 1.4 kV の交流電圧を印加するとともに、空気清浄機の運転を開始し、所定の時間ごとに、ドイツ Biostest 社製 RCS エアーサンプラーを用い、40 L/m in の割合で 4 分間容器内の空気を吸引し、菌数を測定した。その結果を表 12 に示す。

実施例は、ガラス管 203 として、外径 12 mm、厚み 1.0 mm、長さ 150 mm の円筒型パイレックスガラス管、内電極 204 として、線径 0.23 mm のステンレス 304 鋼線を平織りした長さ 80 mm、目開き数 48 メッシュの金網、そして外電極 205 として、線径 0.15 ~ 0.22 mm、ステンレス 304 鋼線を平織りした長さ 80 mm、目開き数 48 メッシュの金網を使用した場合であり、比較例は、目開き数 100 メッシュの金網の内電極 204 と外電極 205 を使用した場合である。

空気清浄機の運転を開始してから 3 時間後、一般生菌は 92%、真菌は 92% と大部分を殺菌できた。比較例の場合は、3 時間後の一般生菌と真菌の減少率は、それぞれ 82%、82% であり、実施例の方が顕著な殺菌作用があった。また、マイナスイオンとプラスイオンとともに発生したオゾンは、オゾン分解触媒を担持した活性炭フィルタ 914 でほとんど分解され、オゾン特有の臭気を感じることはなかった。

従って、本実施形態に係るイオン発生電極体 202 を備えた空気清浄機によると、極めて良好に空気中の浮遊細菌を殺菌できることが裏付けられた。

本発明の第 21 の実施形態について図面を参照して説明する。図 81 は、本発明の第 21 の実施形態に係る空気調和機を示す概略的な側面断面図である。図 8

- 75 -

1において、202は上記第7の実施形態のイオン発生素子201（図8参照）のイオン発生電極体、1042は空気吸込口、1043は空気吸込口42の下流側に配設されたプレフィルタ、1044は二酸化マンガンなどのオゾン分解触媒を担持した活性炭フィルタ、1046は送風ファン、1047は空気吹出口、1048は熱交換器である。

次に、上記第20の実施形態で説明したような特性を持つイオン発生電極体202を、図81に示すように、空気吹出口1042の近傍に設けた空気調和機による空気中に浮遊する細菌の殺菌性能を評価した。

<実施例32>

この空気調和機を縦2.0m、横2.5m、高さ2.7mの対象区域の内部に設置した。そして、予め培地上で培養した一般生菌と真菌を容器内に散布した。そして、イオン発生電極体202に実効値1.1～1.4kVの交流電圧を印加するとともに、空気調和機の運転を開始し、所定の時間ごとに、ドイツ Biostest 社製RCSエアーサンプラーを用い、40L/minの割合で4分間容器内の空気を吸引し、菌数を測定した。その結果を表13に示す。

実施例は、ガラス管203として、外径12mm、厚み1.0mm、長さ150mmの円筒型パイレックスガラス管、内電極204として、線径0.23mmのステンレス304鋼線を平織りした長さ80mm、目開き数48メッシュの金網、そして外電極205として、線径0.15～0.22mm、ステンレス304鋼線を平織りした長さ80mm、目開き数48メッシュの金網を使用した場合であり、比較例は、目開き数100メッシュの金網の内電極204と外電極205を使用した場合である。

空気調和機の運転を開始してから3時間後、一般生菌は9.1%、真菌は9.2%と大部分を殺菌できた。比較例の場合は、3時間後的一般生菌と真菌の減少率は、それぞれ80%、87%であり、実施例の方が顕著な殺菌作用があった。また、マイナスイオンとプラスイオンとともに発生したオゾンは、オゾン分解触媒を担持した活性炭フィルタ1044でほとんど分解され、オゾン特有の臭気を感じることはなかった。

従って、本実施形態に係るイオン発生電極体202を備えた空気調和機によ

ると、極めて良好に空気中の浮遊細菌を殺菌できることが裏付けられた。

尚、上記の実施例では内電極 204 および外電極 205 として、導電性の耐酸化性材料であるステンレス 304 鋼線を平織りした金網を用いたが、耐酸化性材料あればタンクスチール、白金、金、銀、パラジウムなどの他の金属を用いてもよい。特に、白金、金、銀、パラジウムなどの貴金属を用いる場合は、チタンなどの比較的安価な金属の金網の表面に被膜を形成した電極とすることもできる。

本発明は、上記の実施の形態に何ら限定されるものではなく、様々な修飾や変形を加えることが可能である。よって、本発明は、具体的な記述にとらわれることなく、付記した請求の範囲内で実施されるものと解されたい。

産業上の利用可能性

以上説明しように本発明の殺菌方法によれば、マイナスイオンとして $O_2^- (H_2O)_n$ (n は任意の自然数) とプラスイオンとして $H^+ (H_2O)_m$ (m は任意の自然数) を発生させるとともに、これらのイオンを空気中に送出することにより、これらのイオンが化学反応を起こして生成する活性種としての過酸化水素 H_2O_2 又はラジカル・ OH による酸化反応によって空気中に浮遊する細菌を殺菌できる。

この場合、これらのマイナスイオンとプラスイオンの濃度がいずれもその発生点から 10 cm 離れた位置において 10,000 個 / cc 以上であれば、充分な殺菌効果を得ることができる。

また、本発明のイオン発生素子は、誘電体と、該誘電体を挟んで対向する第 1 電極および第 2 電極とを有し、前記第 1 電極と前記第 2 電極との間に交流電圧を印加することにより、マイナスイオンとして $O_2^- (H_2O)_n$ (n は任意の自然数) とプラスイオンとして $H^+ (H_2O)_m$ (m は任意の自然数) を発生させることを特徴とする。そして、これらのイオンを空気中に送出することにより、これらのイオンがその発生後に更に化学反応を起こして生成する活性種としての過酸化水素 H_2O_2 又はラジカル・ OH による酸化反応によって空気中に浮遊する細菌を殺菌できる。

このとき、実効値 2.0 kV 以下の比較的低い交流電圧の印加によって、殺菌

に有効なマイナスイオンとプラスイオンの濃度を確保できる。具体的にその濃度は、いずれもその発生点から 10 cm 離れた位置において 10,000 個 / cc 以上である。

更に具体的に、本発明のイオン発生素子は、円筒形状をした誘電体と、該誘電体を挟んで対向する網状の内電極および網状の外電極とを有し、前記内電極と前記外電極との間に交流電圧を印加することにより、マイナスイオンとプラスイオンとを発生させるものである。

この場合、前記内電極を円筒状にロール加工して前記円筒形状をした誘電体の内周面に沿わすように嵌装したときに、そのロール面の両側端部がオーバーラップして重なり合うようにすると、内電極を容易かつ確実に円筒形状をした誘電体の内周面に密着できる。

そして、前記誘電体の外径を 20 mm 以下、厚みを 1.6 mm 以下、前記内電極の網目を 40 メッシュ、前記外電極の網目を 16 メッシュとすると、実効値 2.0 kV 以下の比較的低い交流電圧の印加によって、オゾンの生成を抑制して殺菌に有効なマイナスイオンとプラスイオンの濃度を確保できる。具体的にその濃度は、いずれもその発生点から 10 cm 離れた位置において 10,000 個 / cc 以上である。

また、前記誘電体の両端部を弾力性のあるゴム体で閉塞し、該ゴム体によって前記内電極又は前記外電極が前記誘電体の軸方向に位置ずれしないようすることにより、イオン発生素子の性能が安定し、再現性よくマイナスイオンとプラスイオンを発生させることができるようになる。

この場合、前記ゴム体の材質は、オゾンに対して耐久性があるエチレンープロピレンゴムが好適である。

また、前記電極に接続するリード線としては、オゾンに耐久性があるポリフッ化エチレン系樹脂によって被覆されたステンレス鋼線を用いるのがよい。

この場合、前記内電極の板厚は、少なくとも前記リード線の接着できる厚さが以上であればよい。

また、前記内電極又は前記外電極に前記誘電体との密着状態を向上させる手段を設けると、更にイオン発生素子の性能が安定する。

また、前記誘電体の表面にオゾンの分解を促進する触媒を担持させると、イオン発生素子からイオンとともに副次的に生成するオゾンの濃度が低減される。

なお、前記内電極又は前記外電極にオゾンの分解を促進する触媒を担持させてもよい。

更には、前記誘電体から間隔を隔ててオゾンの分解を促進する触媒を担持したオゾン分解触媒担持部材を設けてもよい。この場合は、前記交流電圧の実効値を2.5 kV以下とすることができる。

また、本発明のイオン発生素子は、円筒形状をした誘電体と、該誘電体を挟んで対向する板状の内電極および網状の外電極とを有し、前記内電極と前記外電極との間に交流電圧を印加することにより、マイナスイオンとプラスイオンとを発生させるものである。

この構成のものでは、電極間で起こる放電が点対線となり、安定してマイナスイオンとプラスイオンの生成させることができるようになる。そして、上記第1の構成と同様な修飾を付加することにより、同様な効果が得られる。

その他に、前記外電極の軸方向の長さを、前記内電極のそれより長くするとともに、これらの電極の配置関係を、前記外電極を前記内電極に投影したとき、前記内電極は前記外電極の投影図内に含まれる関係とすると、イオン発生素子の性能は更に向上する。

この場合、前記内電極の平板の平面形状は、多数の頂点を有する多角形とすると、前記内電極の平板を円筒状にロール加工したとき、前記頂点の少なくとも一つが円筒の端面部より飛び出ことになる。これにより、内電極の飛び出した頂点部分に電界集中が起こりやすくなり、端面部が揃った円筒よりも放電を安定して行うことができるようになる。

そして、前記内電極に穴を複数設け、この穴の周辺部に前記誘電体側に突出する突起を形成すると、電界集中の起こりやすい部分が円筒の側面にも形成されるため、安定した放電を内電極の側面において均一に行えるようになるのである。

そして、本発明のイオン発生装置は、マイナスイオンとプラスイオンを発生させるための交流電圧を前記イオン発生素子に与える高圧交流電源と、前記イオン発生素子から発生したマイナスイオンとプラスイオンを強制的に送風する送風機

とを設けたことを特徴とする。

このイオン発生装置によると、高圧交流電源から交流電圧をイオン発生素子に与えてイオン発生素子から発生したマイナスイオンとプラスイオンを送風機によって空気中の広い範囲に送ることができる。そして、これらのイオンに作用よって空気中に浮遊する細菌を殺菌できる。

また、本発明の空気調節装置は、マイナスイオンとプラスイオンを発生させるための交流電圧を前記イオン発生素子に与える高圧交流電源と、前記イオン発生素子から発生したマイナスイオンとプラスイオンを強制的に送風する送風機と、空気を吸い込むための吸込口と、前記吸込口から吸い込んだ空気とともに前記イオン発生素子から発生したマイナスイオンとプラスイオンを前記送風機によって吹き出すための吹出口と、前記吸込口から前記吹出口に至る送風経路に配され空气中に含まれる異物を除去するためのフィルタと、を設けたことを特徴とする。

この空気調節装置によると、高圧交流電源から交流電圧をイオン発生素子に与えてイオン発生素子から発生したマイナスイオンとプラスイオンを送風機によって空気中の広い範囲に送ることができる。そして、これらのイオンに作用よって空気中に浮遊する細菌を殺菌できる。また、空気が循環されることによって空气中に含まれる塵やホコリ、臭い成分がフィルタで除去される。これにより、快適でクリーンな住環境を実現できる。

更に、本発明の空気調節装置は、マイナスイオンとプラスイオンを発生させるための交流電圧を前記イオン発生素子に与える高圧交流電源と、前記イオン発生素子から発生したマイナスイオンとプラスイオンを強制的に送風する送風機と、空気を吸い込むための吸込口と、前記吸込口から吸い込んだ空気とともに前記イオン発生素子から発生したマイナスイオンとプラスイオンを前記送風機によって吹き出すための吹出口と、前記吸込口から前記吹出口に至る送風経路に配され空气中に含まれる異物を除去するためのフィルタと、前記送風経路に配された熱交換器と、を設けたことを特徴とする。

この空気調節装置によると、高圧交流電源から交流電圧をイオン発生素子に印加して、イオン発生素子から発生したマイナスイオンとプラスイオンを送風機によって空気中の広い範囲に送ることができる。そして、これらのイオンに作用よ

- 80 -

よって空気中の広い範囲に送ることができる。そして、これらのイオンに作用よって空気中に浮遊する細菌を殺菌できる。また、空気が循環されることによって、空気の温度が熱交換器で調節されるとともに、空気中に含まれる塵やホコリ、臭い成分がフィルタによって除去される。これにより、快適でクリーンな住環境を実現できる。

- 81 -

表1

空気清浄機運転時間(時間)		0	1	3	5
一般生菌	個数(m^{-3})	250	110	70	35
	減少率(%)	0	56	72	86
真菌	個数(m^{-3})	510	215	125	50
	減少率(%)	0	58	75	90

表2

空気調和機運転時間(時間)		0	1	3	5
一般生菌	個数(m^{-3})	240	100	60	35
	減少率(%)	0	58	75	85
真菌	個数(m^{-3})	520	210	115	40
	減少率(%)	0	60	78	92

表3

空気清浄機運転時間(時間)		0	1	3	5
一般生菌	個数(m^{-3})	260	120	75	40
	減少率(%)	0	54	71	85
真菌	個数(m^{-3})	500	205	120	45
	減少率(%)	0	59	76	91

- 82 -

表4

空気調和機運転時間(時間)		0	1	3	5
一般生菌	個数(m^{-3})	250	100	65	40
	減少率(%)	0	60	74	84
真菌	個数(m^{-3})	520	215	115	50
	減少率(%)	0	59	78	90

表5

	電気容量 pF	損失 %
正常な状態	38.8	
1mmずれた状態	38.2	-1.55
2mmずれた状態	37.8	-2.58
3mmずれた状態	37.3	-3.87
4mmずれた状態	36.8	-5.15
5mmずれた状態	36.2	-6.70

表6

周波数 [kHz]	実効値 [V]	マイナスイオン濃度 [個/cc]	プラスイオン濃度 [個/cc]	オゾン濃度 [ppm]
25	44	130	79	0.001以下
25	440	4,966	13,910	0.001以下
25	1,100	32,551	36,271	0.001以下
0.06	2,000	26,794	11,443	0.005
17	1,700	39,067	30,204	0.005
17	2,000	54,867	53,843	0.015
26	2,000	52,551	55,681	0.010
30	1,800	33,163	31,655	0.005

- 84 -

表7

ガラス管		
外径(mm)	肉厚(mm)	静電容量(pF)
17	1.2	34.0
20	1.2	36.0
20	1.6	35.0
24	1.2	51.0

表8

空気清浄機運転時間(時間)		0	1	2	3	4	5
一般生菌	個数(m^{-3})	240	90	55	40	30	25
	減少率(%)	0	60	77	83	88	90
真菌	個数(m^{-3})	520	165	105	65	45	40
	減少率(%)	0	68	80	88	91	92

- 85 -

表9

空気調和機運転時間(時間)		0	1	2	3	4	5
一般生菌	個数(m ⁻³)	230	85	45	30	20	15
	減少率(%)	0	63	80	87	91	93
真菌	個数(m ⁻³)	500	150	85	50	40	30
	減少率(%)	0	70	83	90	92	94

表10

実施例	間欠運転	3 sec ON-3sec OFF	5 sec ON-5sec OFF	10sec ON-10sec OFF
	オゾン濃度	0.006ppm	0.008ppm	0.015ppm
比較例	連続運転	常時ON		
	オゾン濃度	0.05ppm		

表11

実施例	間欠運転	3 sec ON-3sec OFF	5 sec ON-5sec OFF	10sec ON-10sec OFF
	オゾン濃度	0.006ppm	0.008ppm	0.015ppm
比較例	連続運転	常時ON		
	オゾン濃度	0.05ppm		

表12

空気清浄機運転時間（時間）			0	1	2	3	4	5
実施例	一般生菌	個数(m^{-3})	245	75	35	20	10	5
		減少率(%)	0	69	86	92	96	98
比較例	真菌	個数(m^{-3})	500	140	85	40	25	15
		減少率(%)	0	72	83	92	95	97
実施例	一般生菌	個数(m^{-3})	250	120	60	45	30	15
		減少率(%)	0	52	76	82	88	94
比較例	真菌	個数(m^{-3})	500	300	140	90	50	30
		減少率(%)	0	40	72	82	90	94

実施例	内電極（電圧印加電極）: 48mesh 外電極（グランド電極）: 48mesh
比較例	内電極（電圧印加電極）: 100mesh 外電極（グランド電極）: 100mesh

- 87 -

表13

空気調和機運転時間（時間）			0	1	2	3	4	5
実施例	一般生菌	個数(m^{-3})	220	80	35	20	15	10
		減少率(%)	0	64	84	91	93	95
比較例	真菌	個数(m^{-3})	530	140	70	40	30	15
		減少率(%)	0	74	87	92	94	97
実施例	一般生菌	個数(m^{-3})	230	150	70	45	25	15
		減少率(%)	0	35	70	80	89	93
比較例	真菌	個数(m^{-3})	520	250	130	70	45	20
		減少率(%)	0	52	75	87	91	96

実施例	内電極（電圧印加電極）：48mesh 外電極（グランド電極）：48mesh
比較例	内電極（電圧印加電極）：100mesh 外電極（グランド電極）：100mesh

請求の範囲

1. マイナスイオンとプラスイオンを空気中に放出し、これらのイオンの作用によって空気中に浮遊する細菌を殺菌することを特徴とする殺菌方法。

2. 請求の範囲 1 に記載の殺菌方法であって、

前記プラスイオンは $H^+ (H_2O)_m$ (m は任意の自然数) である。

3. 請求の範囲 1 に記載の殺菌方法であって、

前記マイナスイオンは $O_2^- (H_2O)_n$ (n は任意の自然数) である。

4. 請求の範囲 1 に記載の殺菌方法であって、

前記プラスイオンは $H^+ (H_2O)_m$ (m は任意の自然数) であり、前記マイナスイオンは $O_2^- (H_2O)_n$ (n は任意の自然数) である。

5. マイナスイオンとして $O_2^- (H_2O)_n$ (n は任意の自然数) とプラスイオンとして $H^+ (H_2O)_m$ (m は任意の自然数) を発生させるとともに、これらのイオンを空気中に送出し、これらのイオンが化学反応を起こして生成する活性種としての過酸化水素 H_2O_2 又はラジカル・ $O H$ による酸化反応によって空気中に浮遊する細菌を殺菌することを特徴とする殺菌方法。

6. 請求の範囲 1 ~ 5 のいずれかに記載の殺菌方法であって、

前記マイナスイオンと前記プラスイオンの濃度はいずれもその発生点から 1.0 cm 離れた位置において 10,000 個 / cc 以上である。

7. マイナスイオンとして $O_2^- (H_2O)_n$ (n は任意の自然数) とプラスイオンとして $H^+ (H_2O)_m$ (m は任意の自然数) を発生させるイオン発生素子であつて、

これらのイオンの作用によって空気中に浮遊する細菌を殺菌することを特徴とするイオン発生素子。

8. マイナスイオンとして $O_2^- (H_2O)_n$ （nは任意の自然数）とプラスイオンとして $H^+ (H_2O)_m$ （mは任意の自然数）をそれぞれその発生点から 10 cm 離れた位置において 10,000 個／cc 以上発生させるイオン発生素子であつて、

これらのイオンの作用によって空気中に浮遊する細菌を殺菌することを特徴とするイオン発生素子。

9. 誘電体と、該誘電体を挟んで対向する第1電極および第2電極とを有し、前記第1電極と前記第2電極との間に交流電圧を印加することにより、マイナスイオンとして $O_2^- (H_2O)_n$ （nは任意の自然数）とプラスイオンとして $H^+ (H_2O)_m$ （mは任意の自然数）を発生させるイオン発生素子。

10. 誘電体と、該誘電体を挟んで対向する第1電極および第2電極とを有し、前記第1電極と前記第2電極との間に交流電圧を印加することにより、マイナスイオンとして $O_2^- (H_2O)_n$ （nは任意の自然数）とプラスイオンとして $H^+ (H_2O)_m$ （mは任意の自然数）をそれぞれその発生点から 10 cm 離れた位置において 10,000 個／cc 以上発生させるイオン発生素子。

11. 誘電体と、該誘電体を挟んで対向する第1電極および第2電極とを有し、前記第1電極と前記第2電極との間に実効値 2.0 kV 以下の交流電圧を印加することにより、マイナスイオンとして $O_2^- (H_2O)_n$ （nは任意の自然数）とプラスイオンとして $H^+ (H_2O)_m$ （mは任意の自然数）を発生させるイオン発生素子。

12. 誘電体と、該誘電体を挟んで対向する第1電極および第2電極とを有し、前記第1電極と前記第2電極との間に実効値 2.0 kV 以下の交流電圧を印加す

- 90 -

ることにより、マイナスイオンとして O_2^- (H_2O)_n (nは任意の自然数) とプラスイオンとして H^+ (H_2O)_m (mは任意の自然数) をそれぞれその発生点から 10 cm 離れた位置において 10,000 個/ cm^2 以上発生させるイオン発生素子。

13. 円筒形状をした誘電体と、該誘電体を挟んで対向する網状の内電極および網状の外電極とを有し、前記内電極と前記外電極との間に交流電圧を印加することにより、マイナスイオンとプラスイオンとを発生させるイオン発生素子。

14. 請求の範囲 13 に記載のイオン発生素子であって、
前記交流電圧の実効値は 2.0 kV 以下である。

15. 請求の範囲 13 に記載のイオン発生素子であって、
前記プラスイオンは H^+ (H_2O)_m (mは任意の自然数) であり、前記マイナスイオンは O_2^- (H_2O)_n (nは任意の自然数) である。

16. 請求の範囲 13 に記載のイオン発生素子であって、
前記マイナスイオンと前記プラスイオンの濃度はいずれもその発生点から 10 cm 離れた位置において 10,000 個/ cm^2 以上である。

17. 請求の範囲 13 に記載のイオン発生素子であって、
前記内電極を円筒状にロール加工して前記円筒形状をした誘電体の内周面に沿わすように嵌装したときに、そのロール面の両側端部がオーバーラップして重なり合うようにした。

18. 請求の範囲 13 に記載のイオン発生素子であって、
前記内電極の網目は、前記外電極のそれより密である。

19. 請求の範囲 13 に記載のイオン発生素子であって、

前記誘電体の両端部を弾力性のあるゴム体で閉塞し、該ゴム体によって前記内電極又は前記外電極が前記誘電体の軸方向に位置ずれしないようにした。

20. 請求の範囲19に記載のイオン発生素子であって、

前記ゴム体の材質は、エチレンープロピレンゴムである。

21. 請求の範囲13に記載のイオン発生素子であって、

前記電極に接続するリード線として、ポリフッ化エチレン系樹脂によって被覆されたステンレス鋼線を用いた。

22. 請求の範囲13に記載のイオン発生素子であって、

前記内電極又は前記外電極に前記誘電体との密着状態を向上させる手段を設けた。

23. 請求の範囲13に記載のイオン発生素子であって、

前記誘電体の表面にオゾンの分解を促進する触媒を担持させた。

24. 請求の範囲13に記載のイオン発生素子であって、

前記内電極又は前記外電極にオゾンの分解を促進する触媒を担持させた。

25. 請求の範囲13に記載のイオン発生素子であって、

前記誘電体から間隔を隔ててオゾンの分解を促進する触媒を担持したオゾン分解触媒担持部材を設けた。

26. 請求の範囲25に記載のイオン発生素子であって、

前記交流電圧の実効値が2.5kV以下である。

27. 円筒形状をした誘電体と、該誘電体を挟んで対向する板状の内電極および網状の外電極とを有し、前記内電極と前記外電極との間に交流電圧を印加するこ

とにより、マイナスイオンとプラスイオンとを発生させるイオン発生素子。

2 8 . 請求の範囲 2 7 に記載のイオン発生素子であって、

前記交流電圧の実効値は 2 . 0 k V 以下である。

2 9 . 請求の範囲 2 7 に記載のイオン発生素子であって、

前記プラスイオンは $H^+ (H_2O)_m$ (m は任意の自然数) であり、前記マイナスイオンは $O_2^- (H_2O)_n$ (n は任意の自然数) である。

3 0 . 請求の範囲 2 7 に記載のイオン発生素子であって、

前記マイナスイオンと前記プラスイオンの濃度はいずれもその発生点から 1 0 c m 離れた位置において 1 0 , 0 0 0 個 / c c 以上である。

3 1 . 請求の範囲 2 7 に記載のイオン発生素子であって、

前記内電極を円筒状にロール加工して前記円筒形状をした誘電体の内周面に沿わすように嵌装したときに、そのロール面の両側端部がオーバーラップして重なり合うようにした。

3 2 . 請求の範囲 2 7 に記載のイオン発生素子であって、

前記誘電体の両端部を弾力性のあるゴム体で閉塞し、該ゴム体によって前記内電極又は前記外電極が前記誘電体の軸方向に位置ずれしないようにした。

3 3 . 請求の範囲 3 2 に記載のイオン発生素子であって、

前記ゴム体の材質は、エチレン-プロピレンゴムである。

3 4 . 請求の範囲 2 7 に記載のイオン発生素子であって、

前記電極に接続するリード線として、ポリフッ化エチレン系樹脂によって被覆されたステンレス鋼線を用いた。

3 5 . 請求の範囲 3 4 に記載のイオン発生素子であって、

前記内電極の板厚は、少なくとも前記リード線の接着できる厚さである。

3 6 . 請求の範囲 2 7 に記載のイオン発生素子であって、

前記内電極又は前記外電極に前記誘電体との密着状態を向上させる手段を設けた。

3 7 . 請求の範囲 2 7 に記載のイオン発生素子であって、

前記誘電体の表面にオゾンの分解を促進する触媒を担持させた。

3 8 . 請求の範囲 2 7 に記載のイオン発生素子であって、

前記内電極又は前記外電極にオゾンの分解を促進する触媒を担持させた。

3 9 . 請求の範囲 2 7 に記載のイオン発生素子であって、

前記誘電体から間隔を隔ててオゾンの分解を促進する触媒を担持したオゾン分解触媒担持部材を設けた。

4 0 . 請求の範囲 3 9 に記載のイオン発生素子であって、

前記交流電圧の実効値が 2 . 5 k V 以下である。

4 1 . 請求の範囲 2 7 に記載のイオン発生素子であって、

前記外電極の軸方向の長さは、前記内電極のそれより長い。

4 2 . 請求の範囲 2 7 に記載のイオン発生素子であって、

前記内電極の平板の平面形状は、多数の頂点を有する多角形をしている。

4 3 . 請求の範囲 2 7 に記載のイオン発生素子であって、

前記内電極の平板を円筒状にロール加工したとき、前記頂点の少なくとも一つが円筒の端面部より飛び出している。

4 4 . 請求の範囲 2 7 に記載のイオン発生素子であって、

前記内電極に穴を複数設け、この穴の周辺部に前記誘電体側に突出する突起を形成した。

4 5 . 請求の範囲 7 ~ 4 4 のいずれかに記載のイオン発生素子を備えたイオン発生装置において、

マイナスイオンとプラスイオンを発生させるための交流電圧を前記イオン発生素子に与える高圧交流電源と、

前記イオン発生素子から発生したマイナスイオンとプラスイオンを強制的に送風する送風機と、

を設けたことを特徴とするイオン発生装置。

4 6 . 請求の範囲 7 ~ 4 4 のいずれかに記載のイオン発生素子を備えた空気調節装置において、

マイナスイオンとプラスイオンを発生させるための交流電圧を前記イオン発生素子に与える高圧交流電源と、

前記イオン発生素子から発生したマイナスイオンとプラスイオンを強制的に送風する送風機と、

空気を吸い込むための吸込口と、

前記吸込口から吸い込んだ空気とともに前記イオン発生素子から発生したマイナスイオンとプラスイオンを前記送風機によって吹き出すための吹出口と、

を設けたことを特徴とする空気調節装置。

4 7 . 請求の範囲 7 ~ 4 4 のいずれかに記載のイオン発生素子を備えた空気調節装置において、

マイナスイオンとプラスイオンを発生させるための交流電圧を前記イオン発生素子に与える高圧交流電源と、

前記イオン発生素子から発生したマイナスイオンとプラスイオンを強制的に送

風する送風機と、

空気を吸い込むための吸込口と、

前記吸込口から吸い込んだ空気とともに前記イオン発生素子から発生したマイナスイオンとプラスイオンを前記送風機によって吹き出すための吹出口と、

前記吸込口から前記吹出口に至る送風経路に配され空気中に含まれる異物を除去するためのフィルタと、

を設けたことを特徴とする空気調節装置。

48. 請求の範囲 7 ~ 44 のいずれかに記載のイオン発生素子を備えた空気調節装置において、

マイナスイオンとプラスイオンを発生させるための交流電圧を前記イオン発生素子に与える高圧交流電源と、

前記イオン発生素子から発生したマイナスイオンとプラスイオンを強制的に送風する送風機と、

空気を吸い込むための吸込口と、

前記吸込口から吸い込んだ空気とともに前記イオン発生素子から発生したマイナスイオンとプラスイオンを前記送風機によって吹き出すための吹出口と、

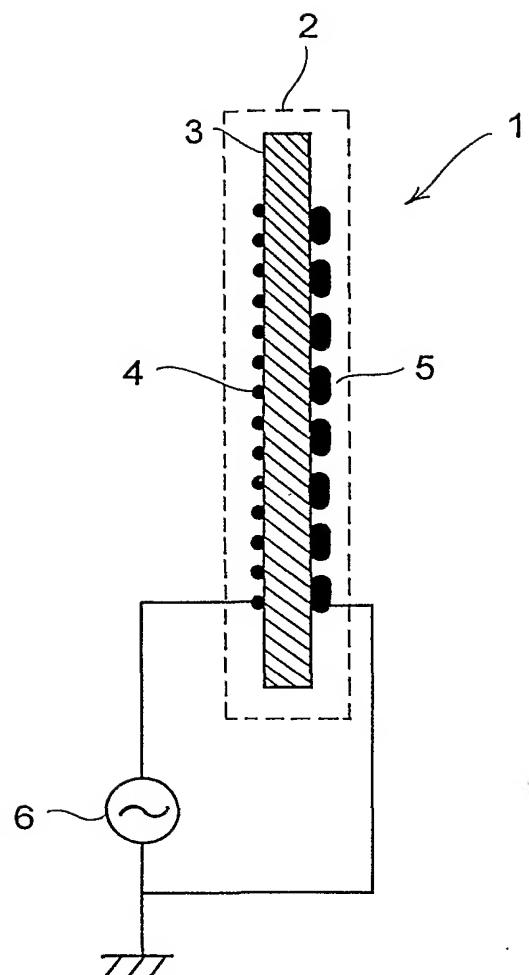
前記吸込口から前記吹出口に至る送風経路に配され空気中に含まれる異物を除去するためのフィルタと、

前記送風経路に配された熱交換器と、

を設けたことを特徴とする空気調節装置。

1/81

図 1



2/81

図2

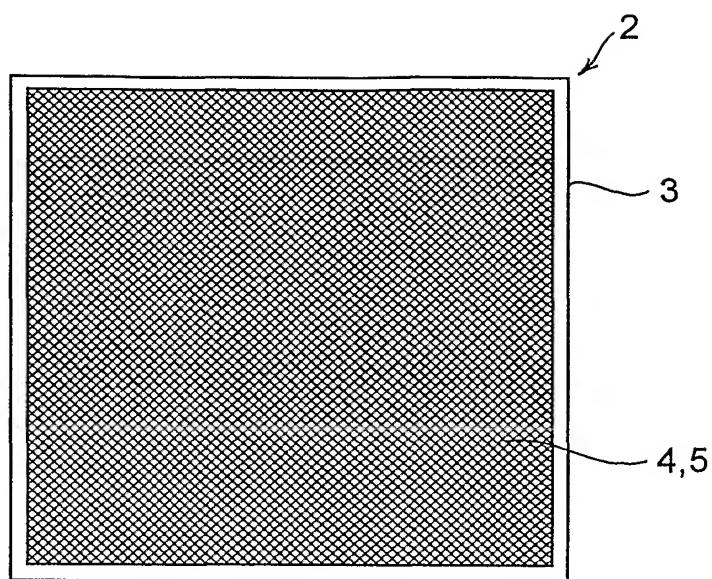
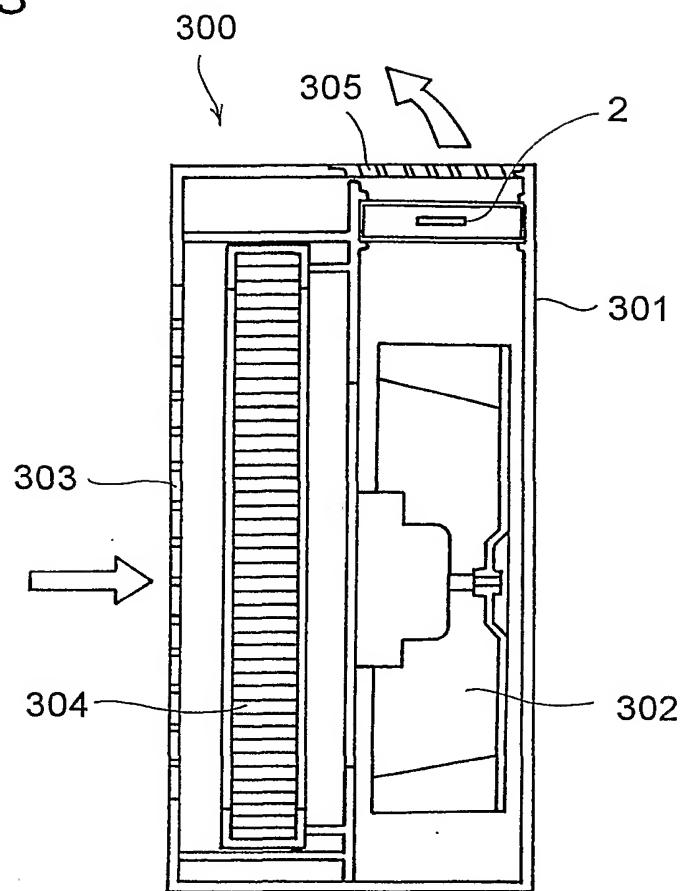
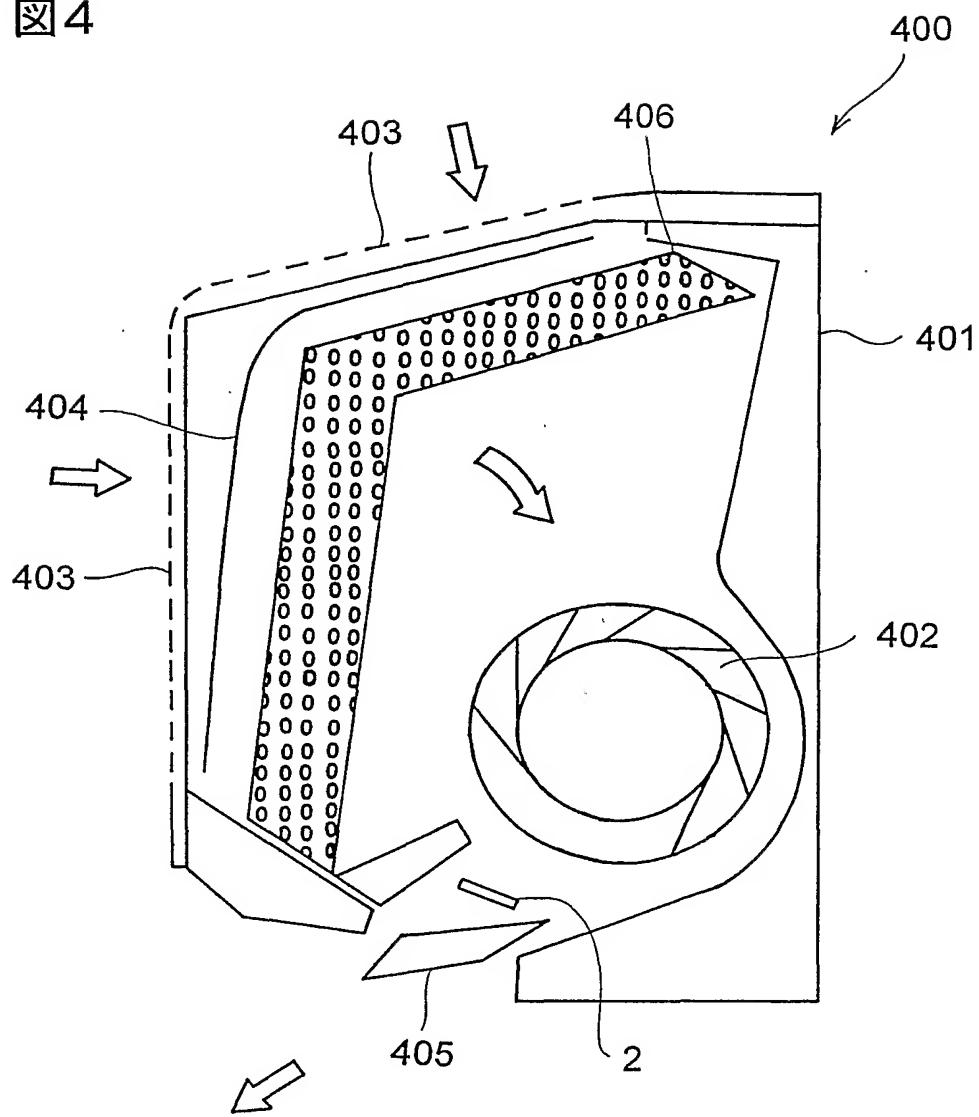


図3



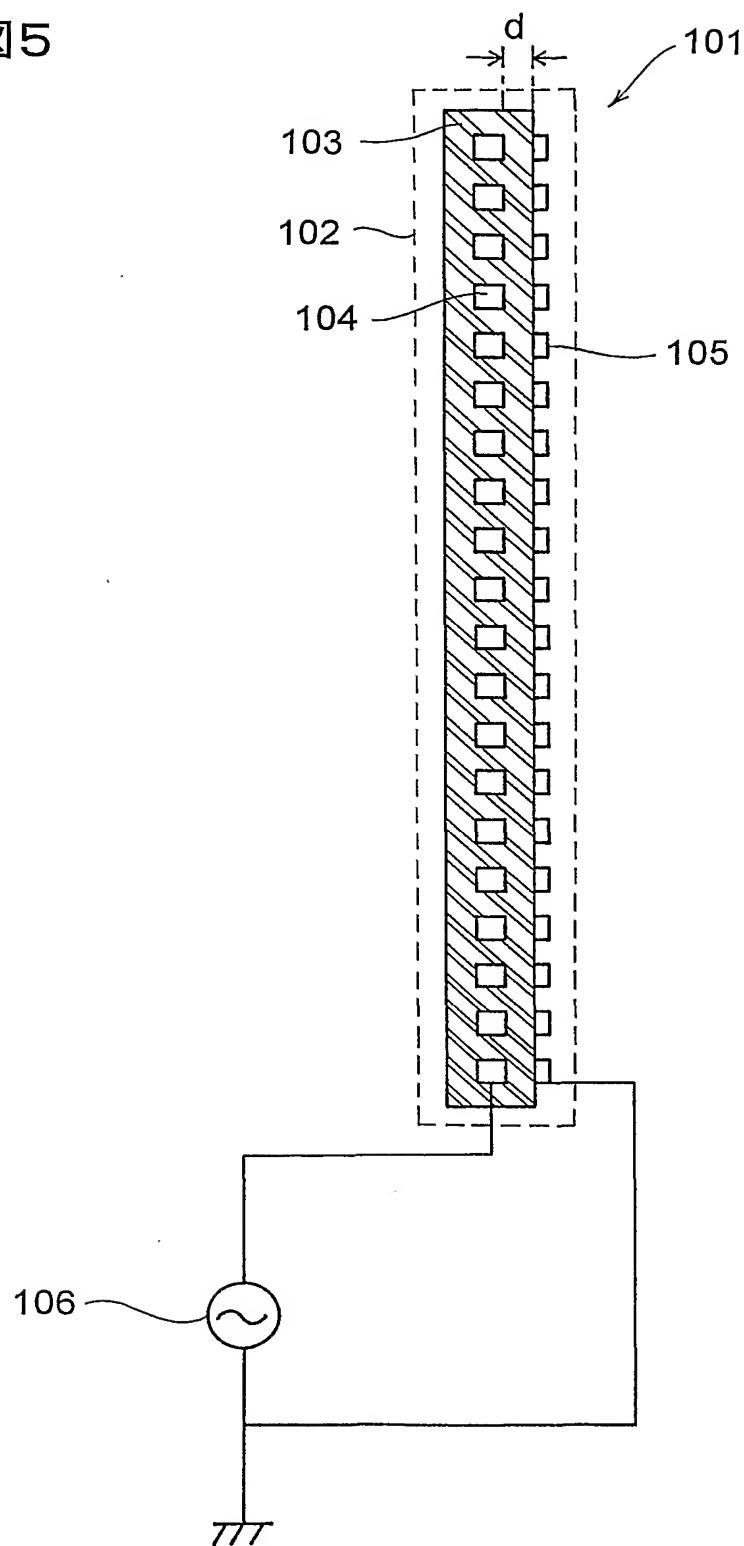
4/81

図4



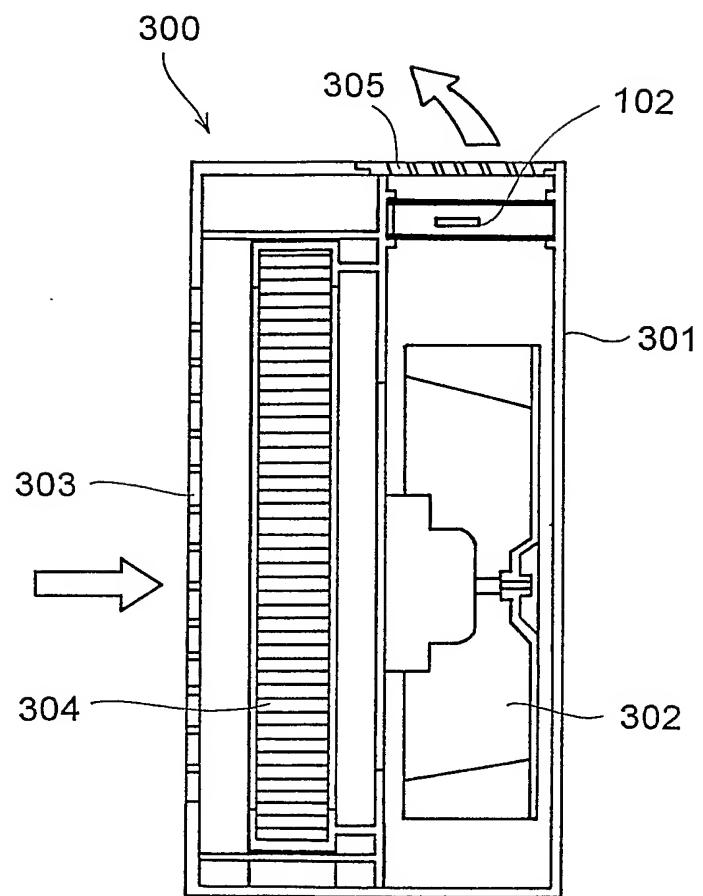
5/81

図5



6/81

図6



7/81

図7

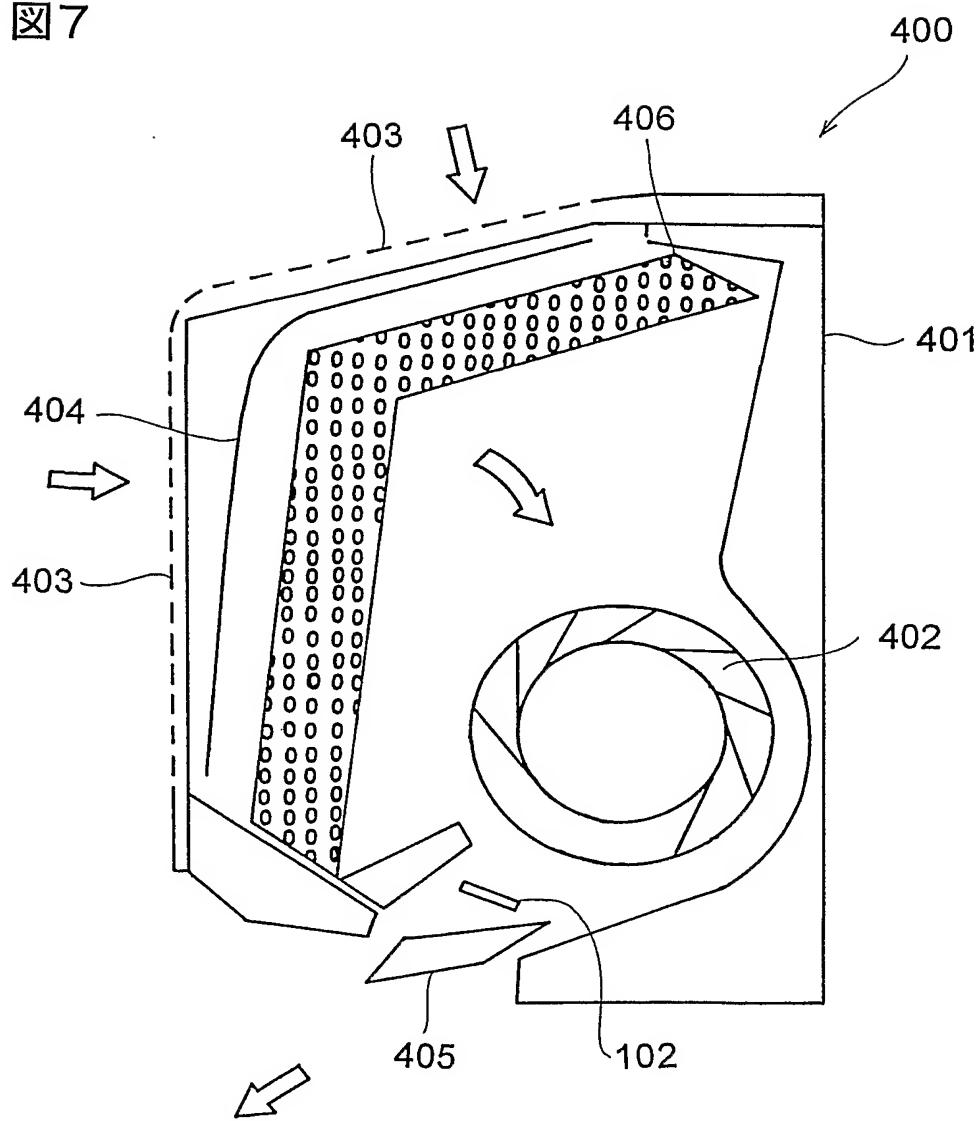
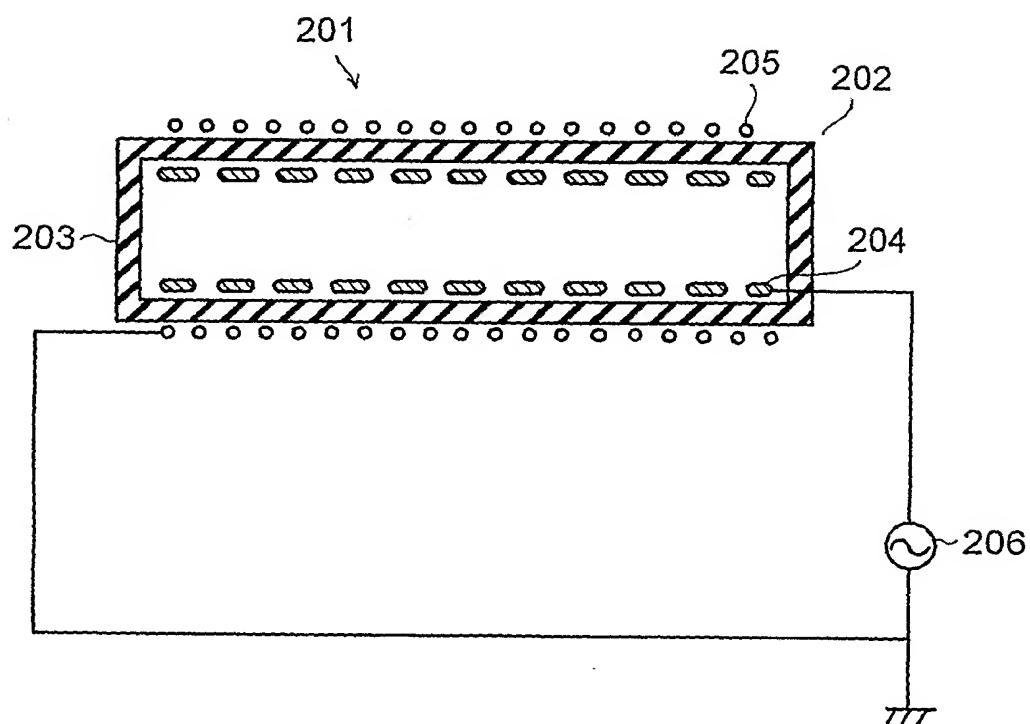
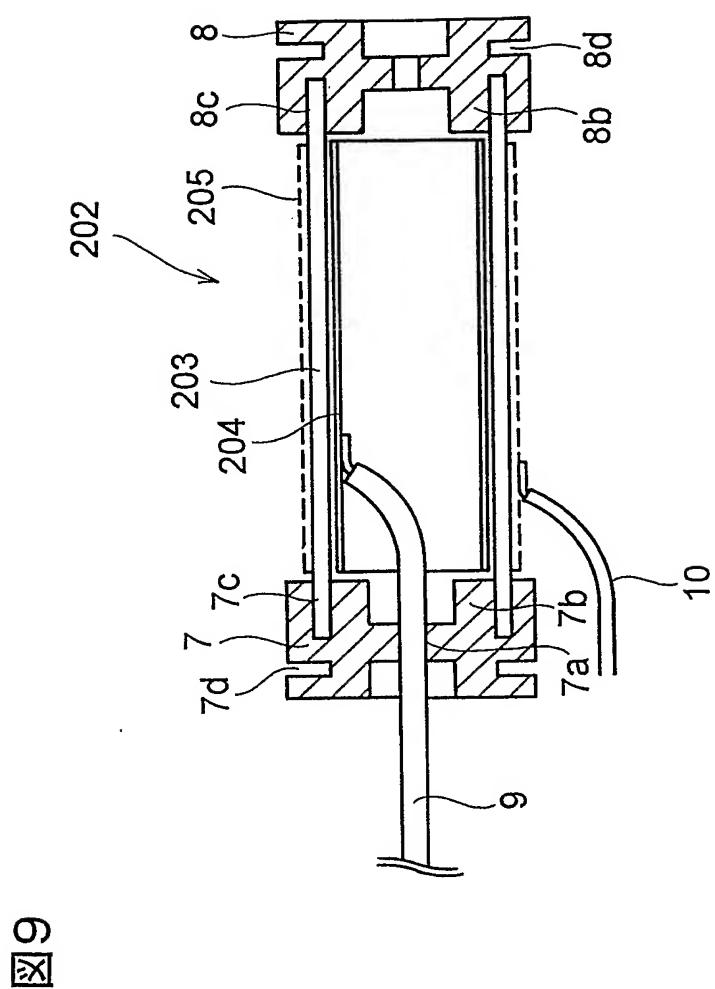


図8



9/81



10/81

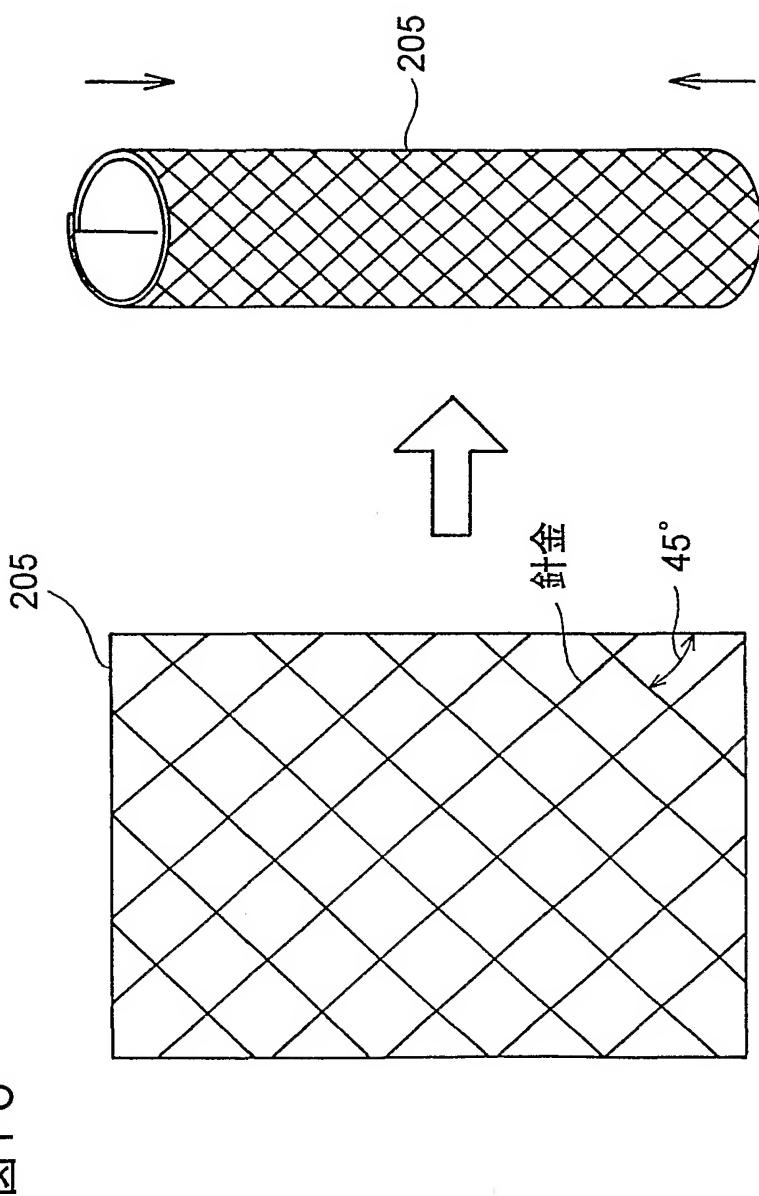
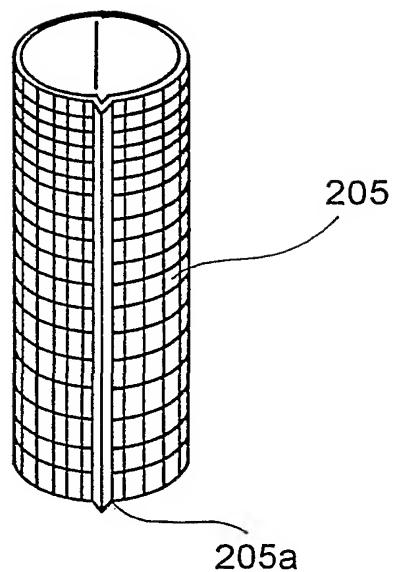


図10

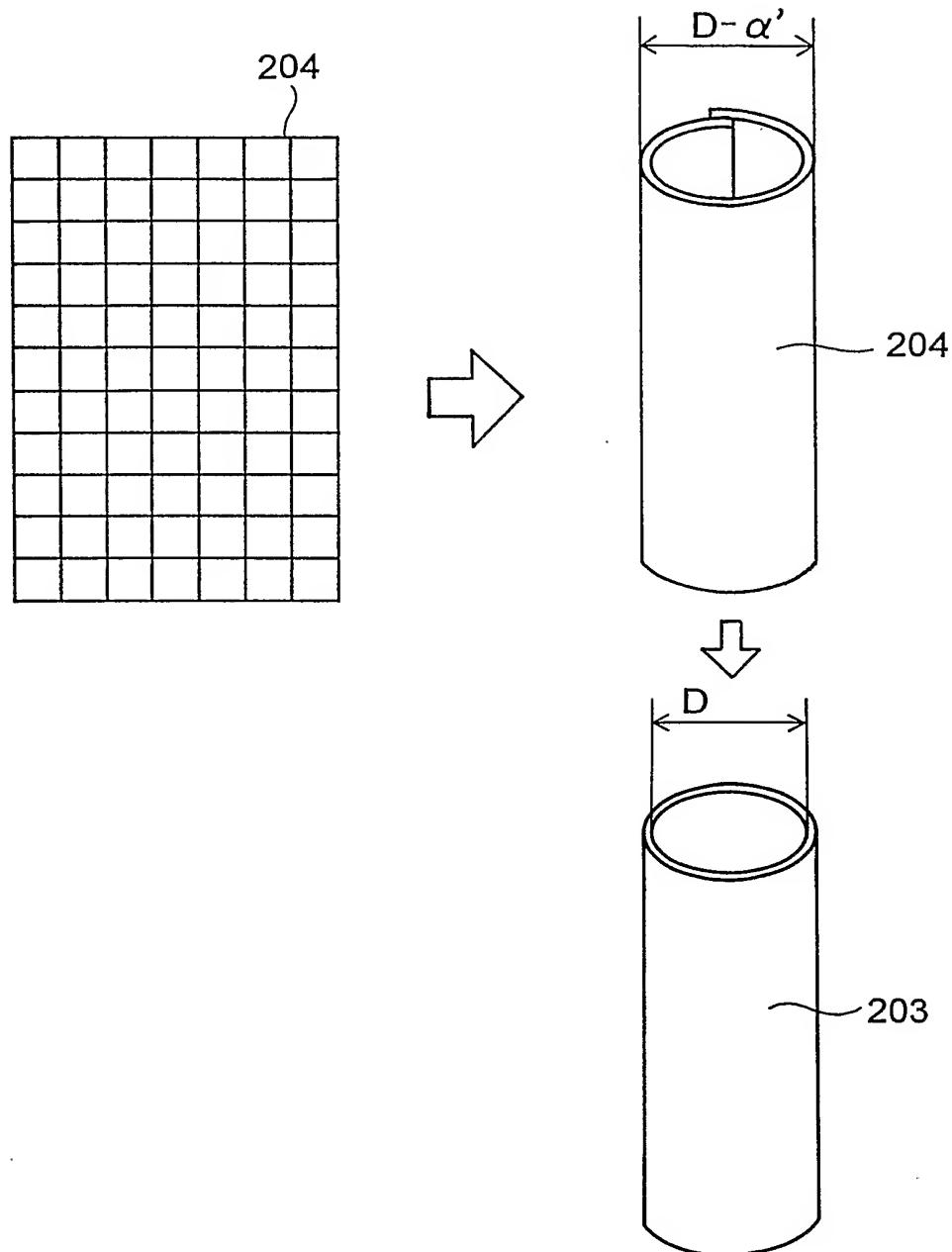
11/81

図 1 1



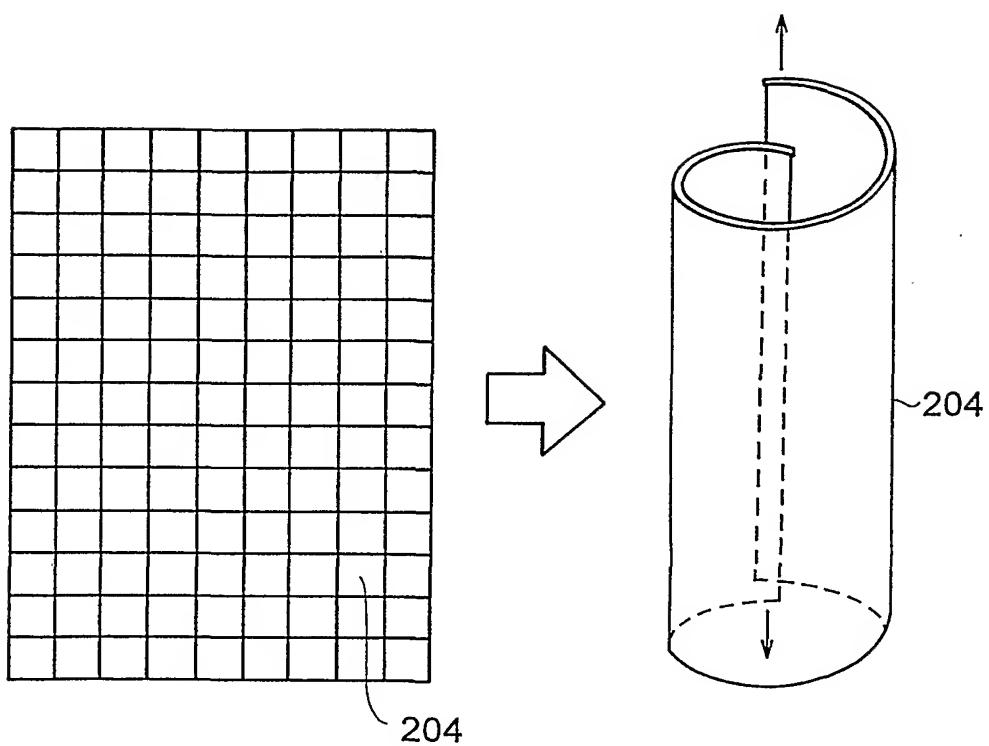
12/81

図 12



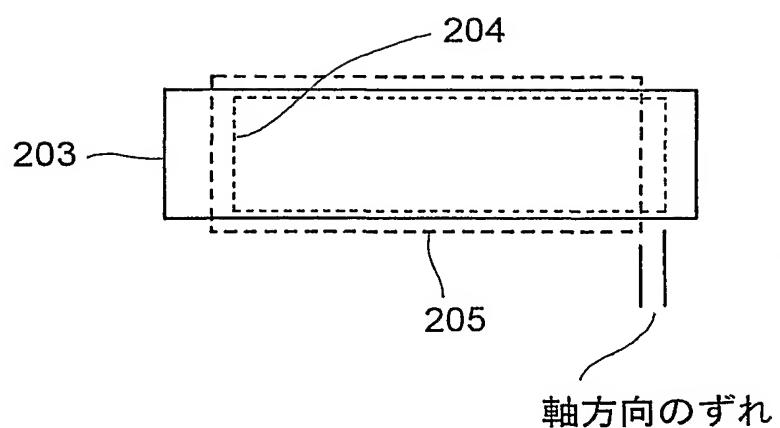
13/81

図13



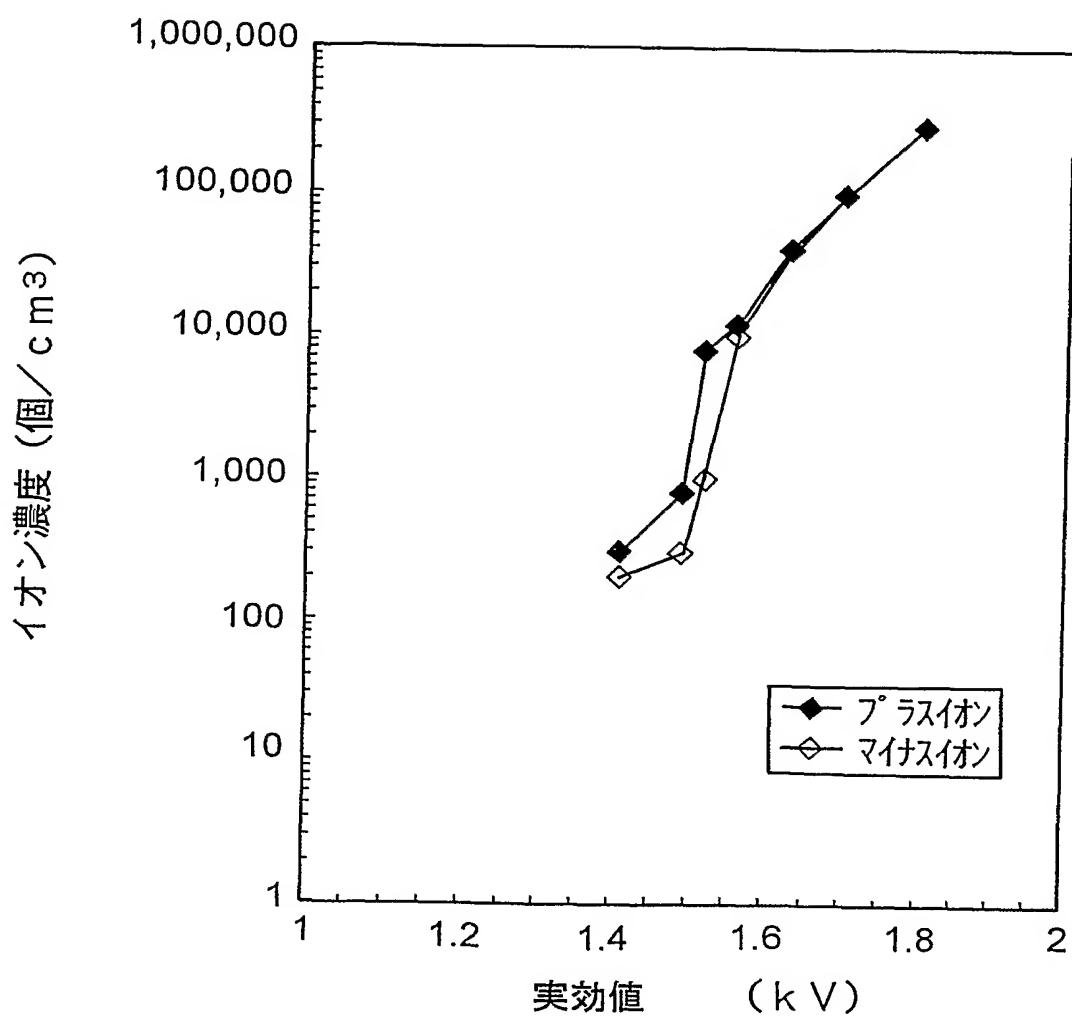
14/81

図14



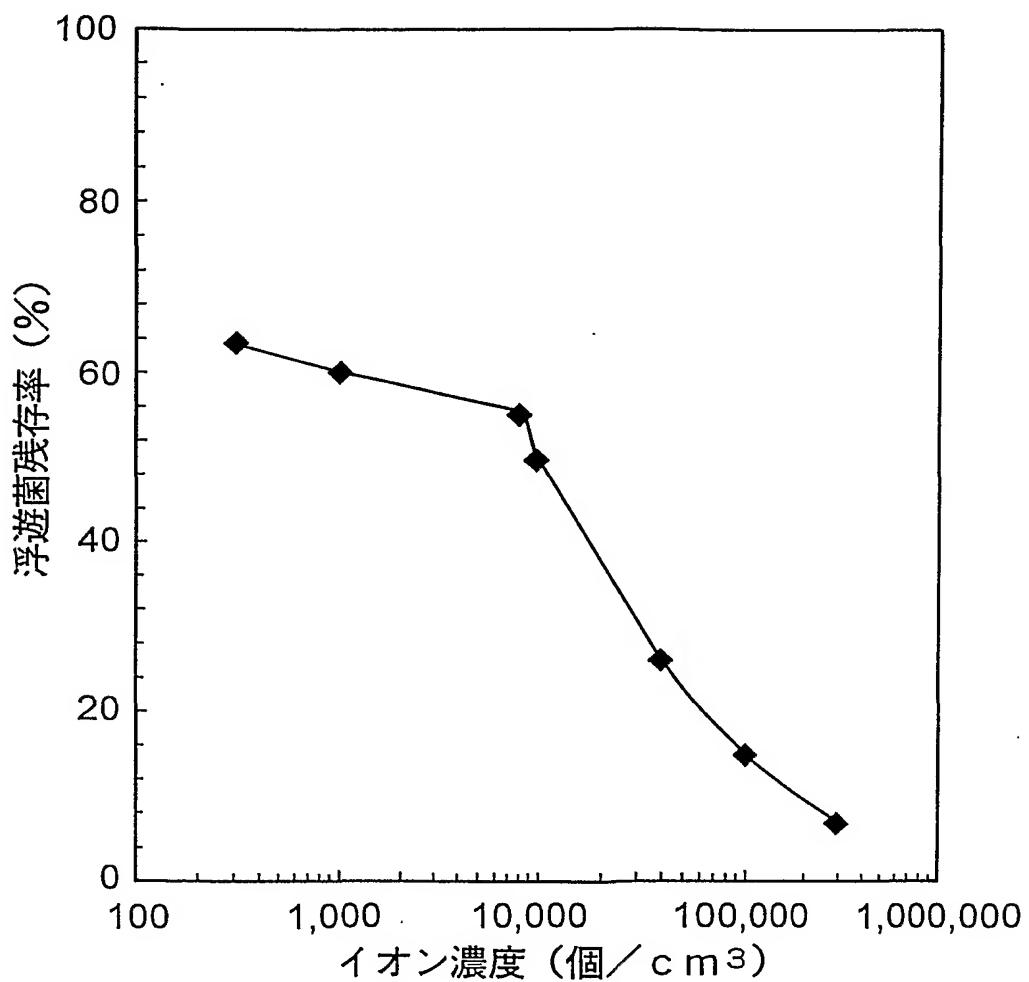
15/81

図 15



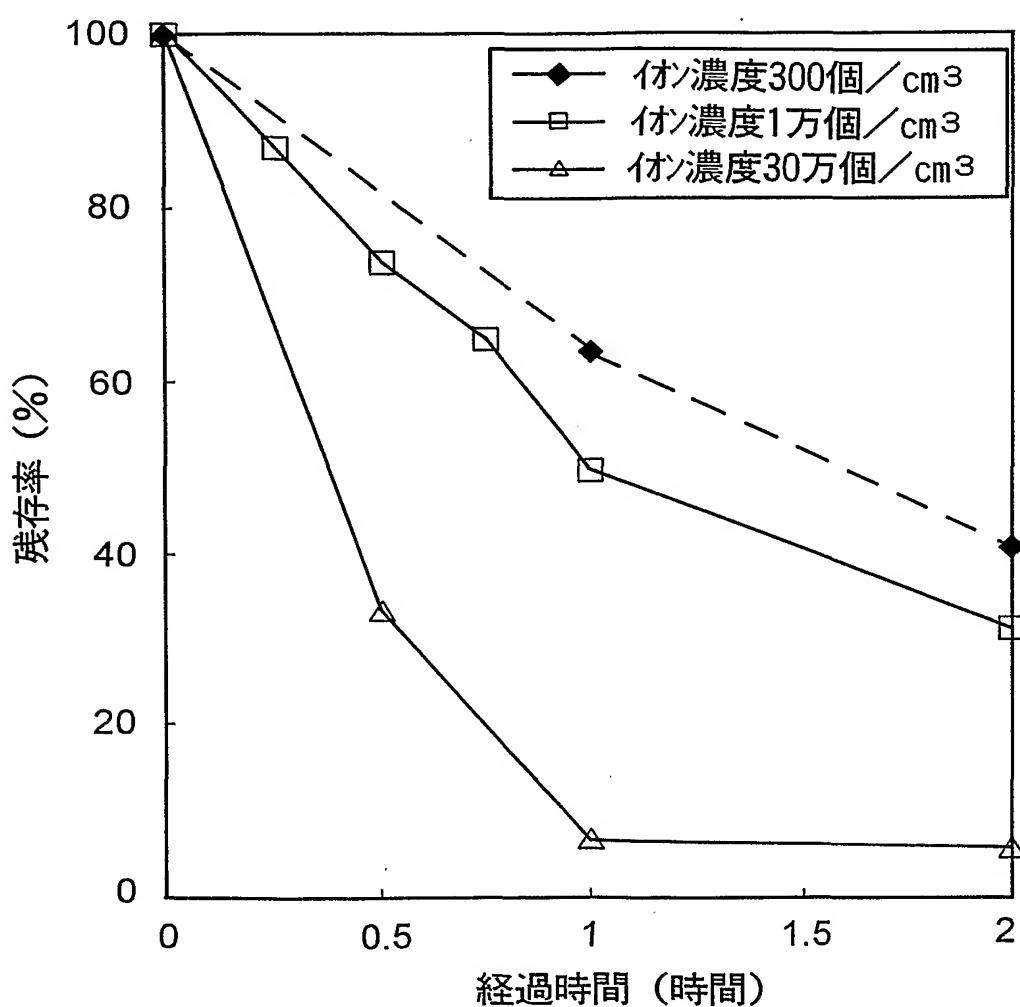
16/81

図16



17/81

図17



18/81

図18A

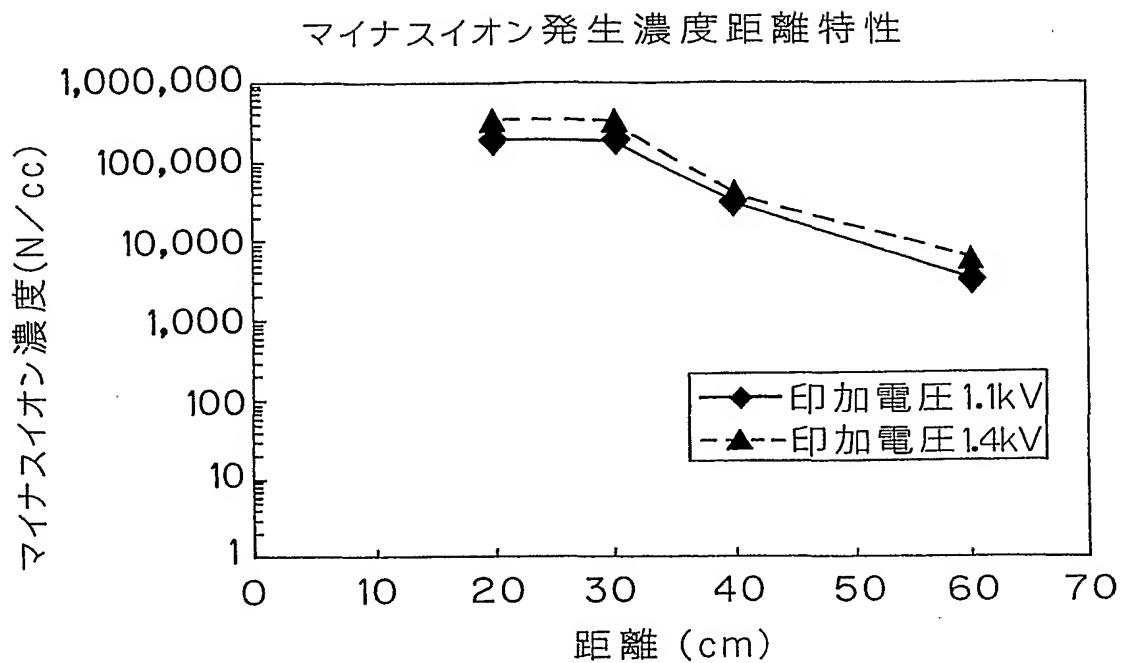
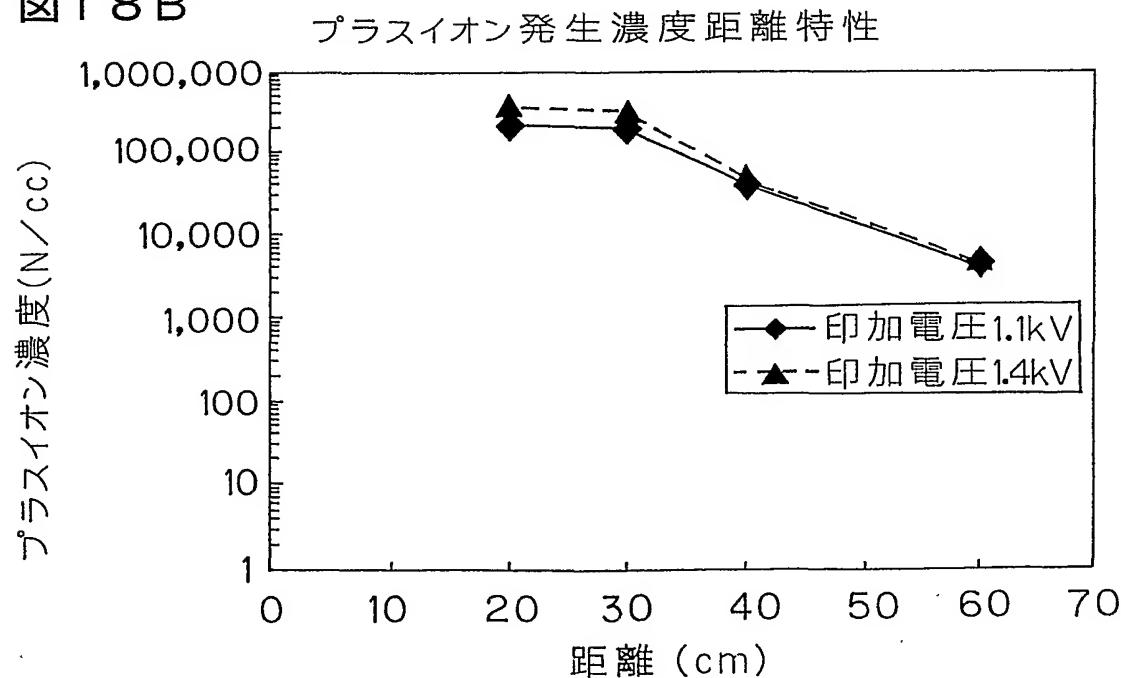
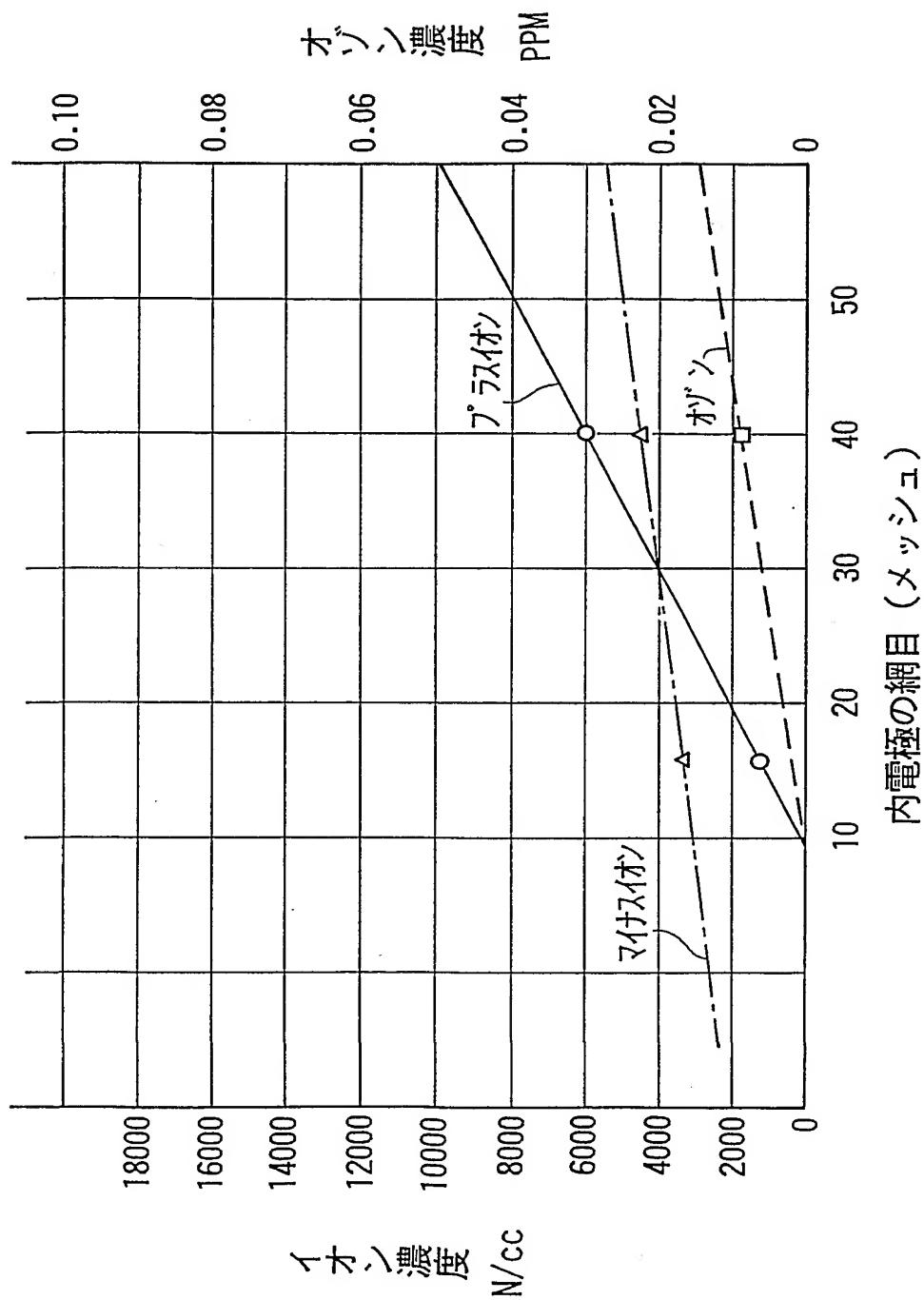


図18B

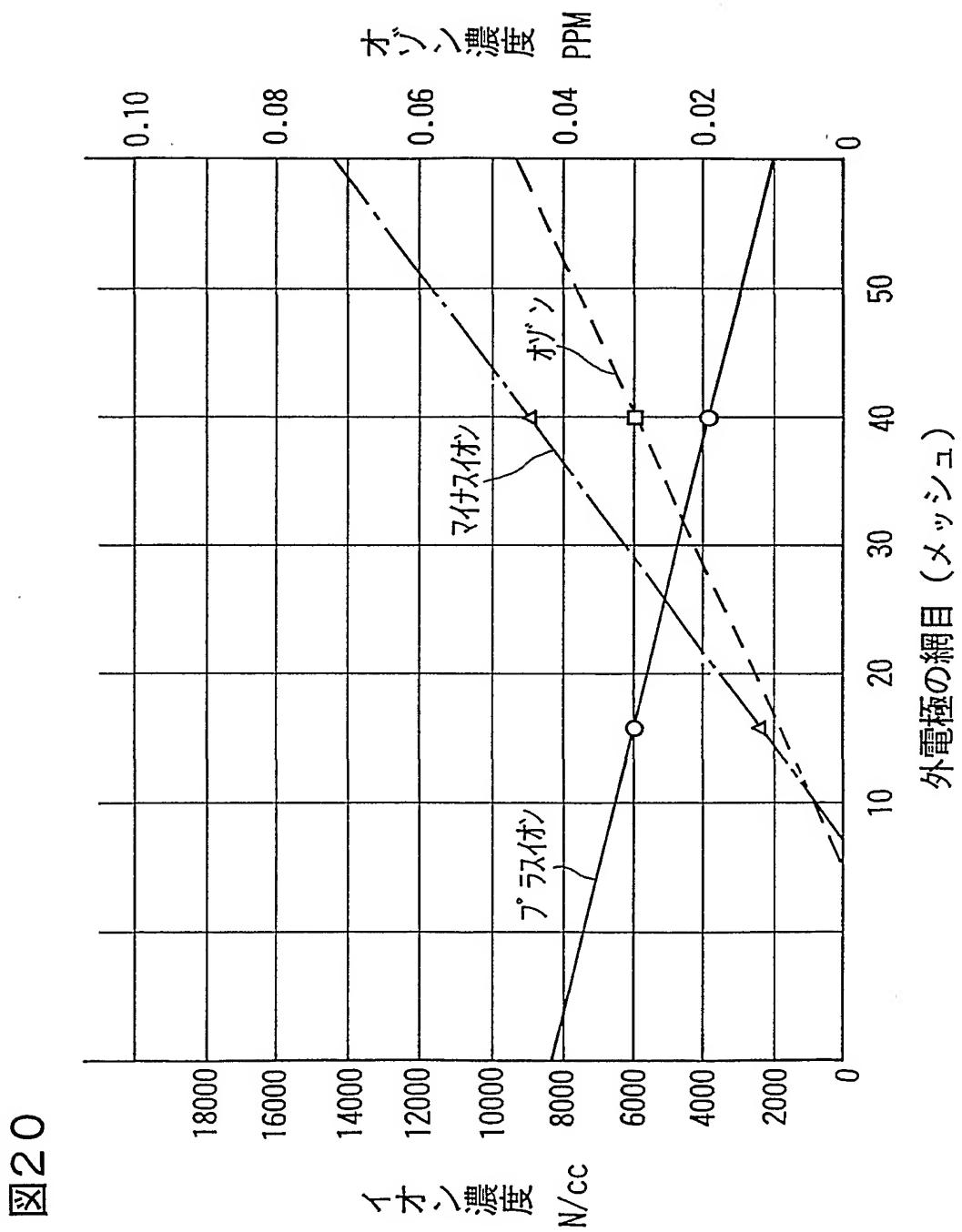


19/81

図19

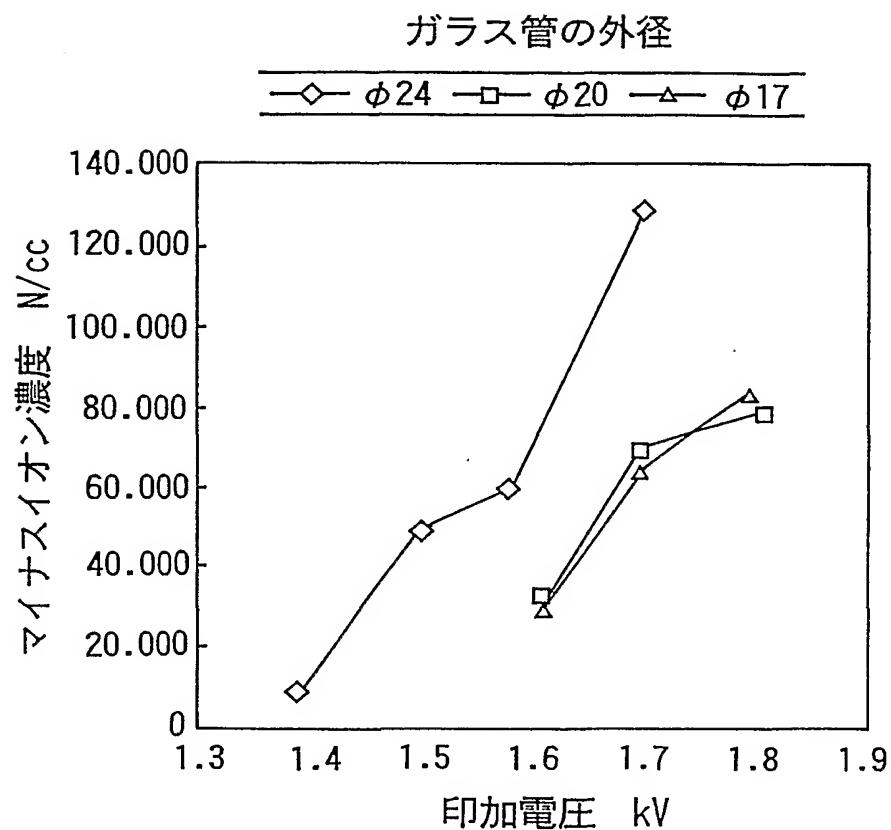


20/81



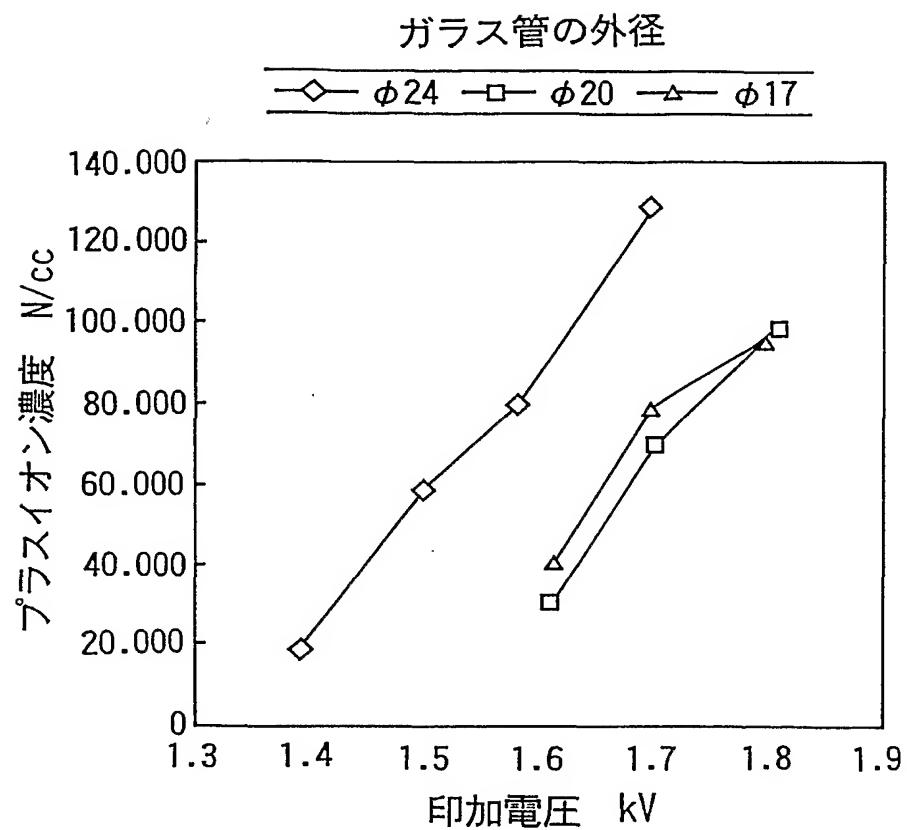
21/81

図21



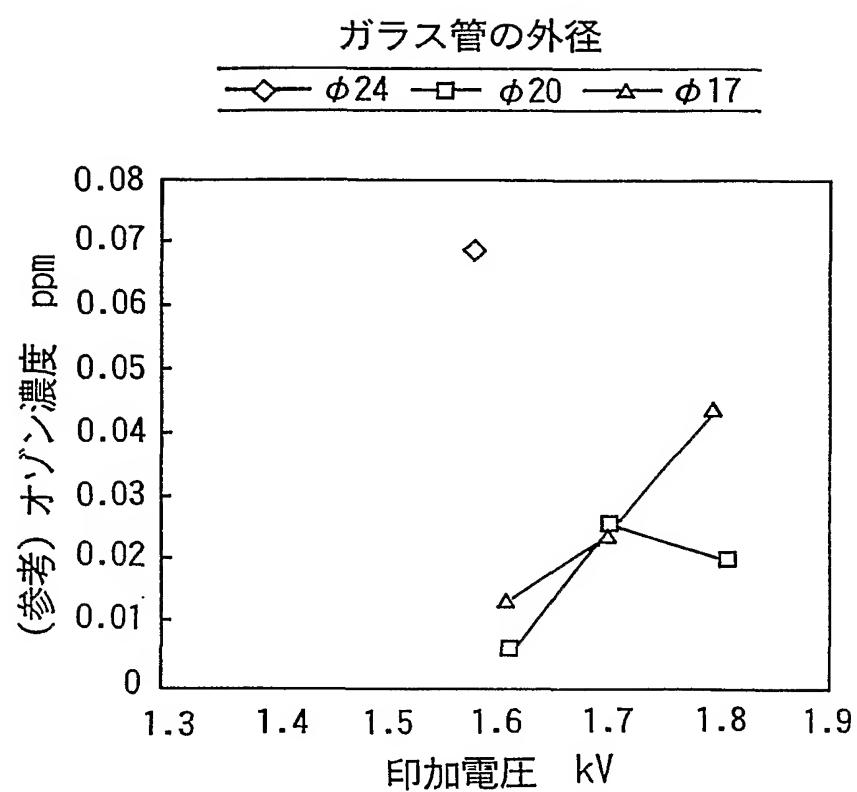
22/81

図22



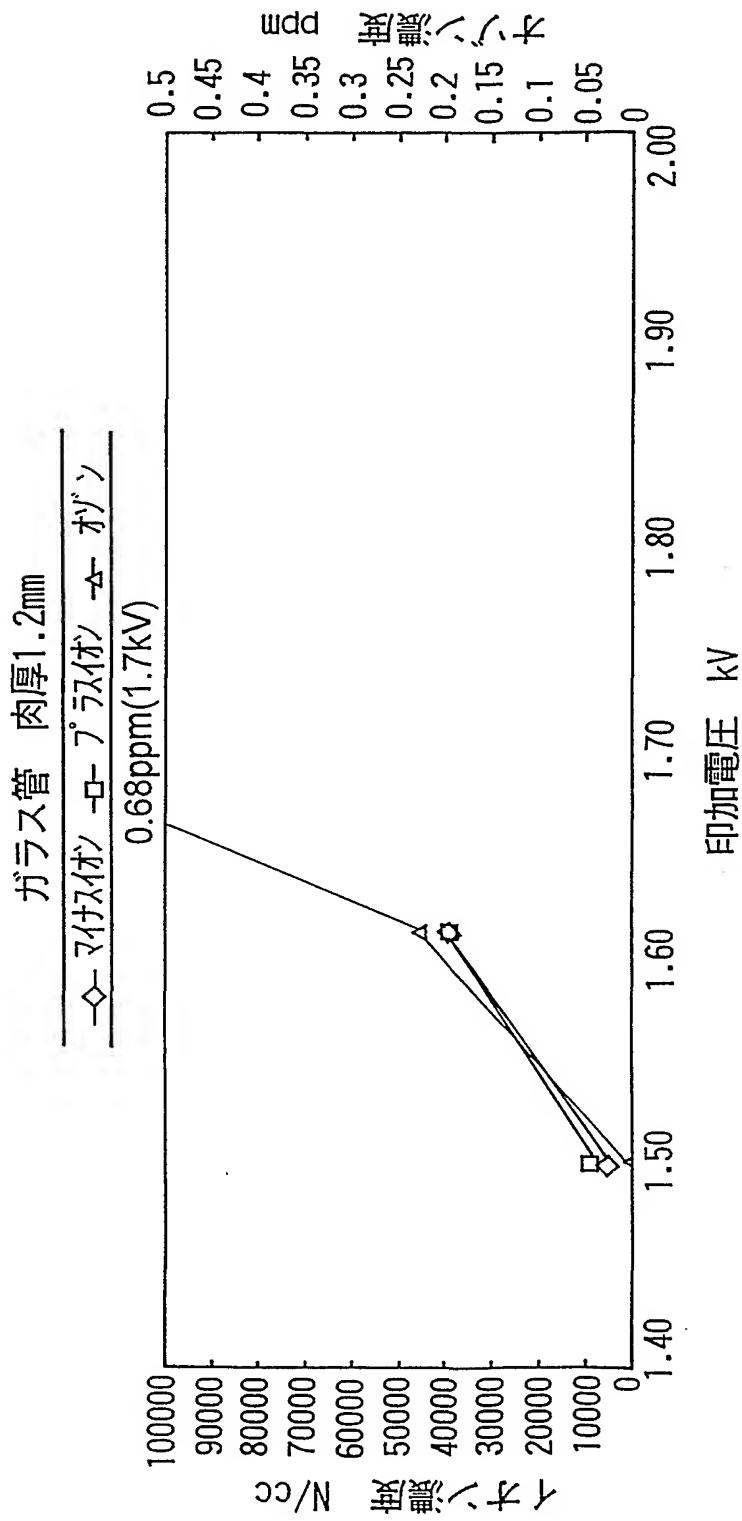
23/81

図23



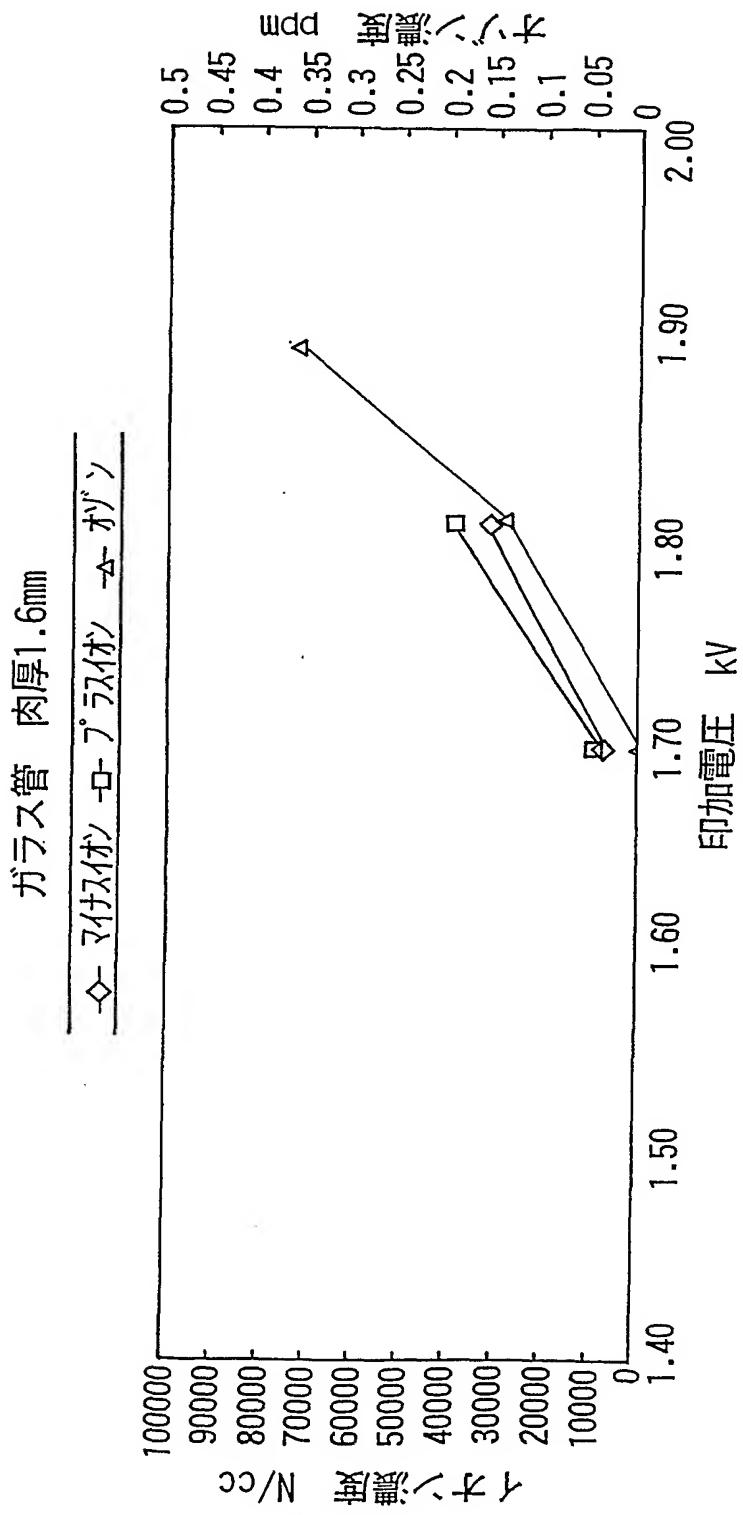
24/81

図24



25/81

図25



26/81

図26A

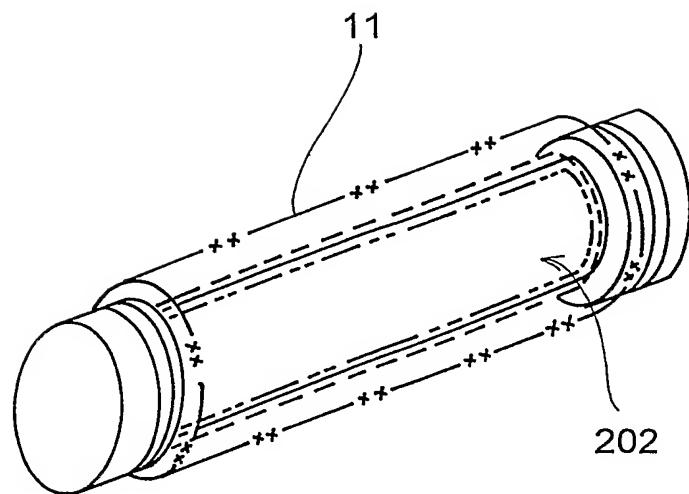
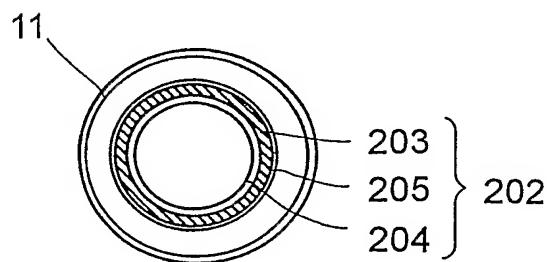
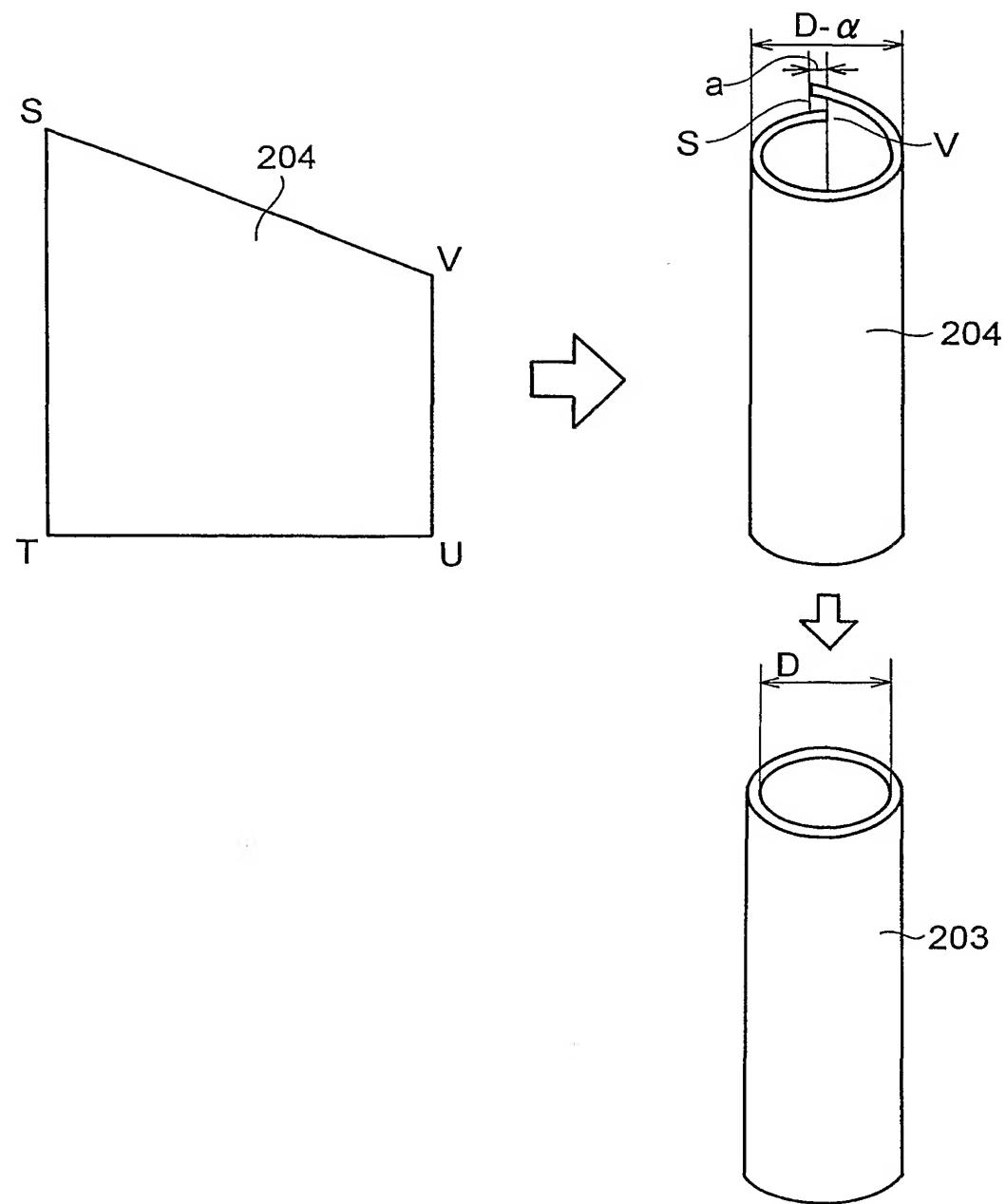


図26B



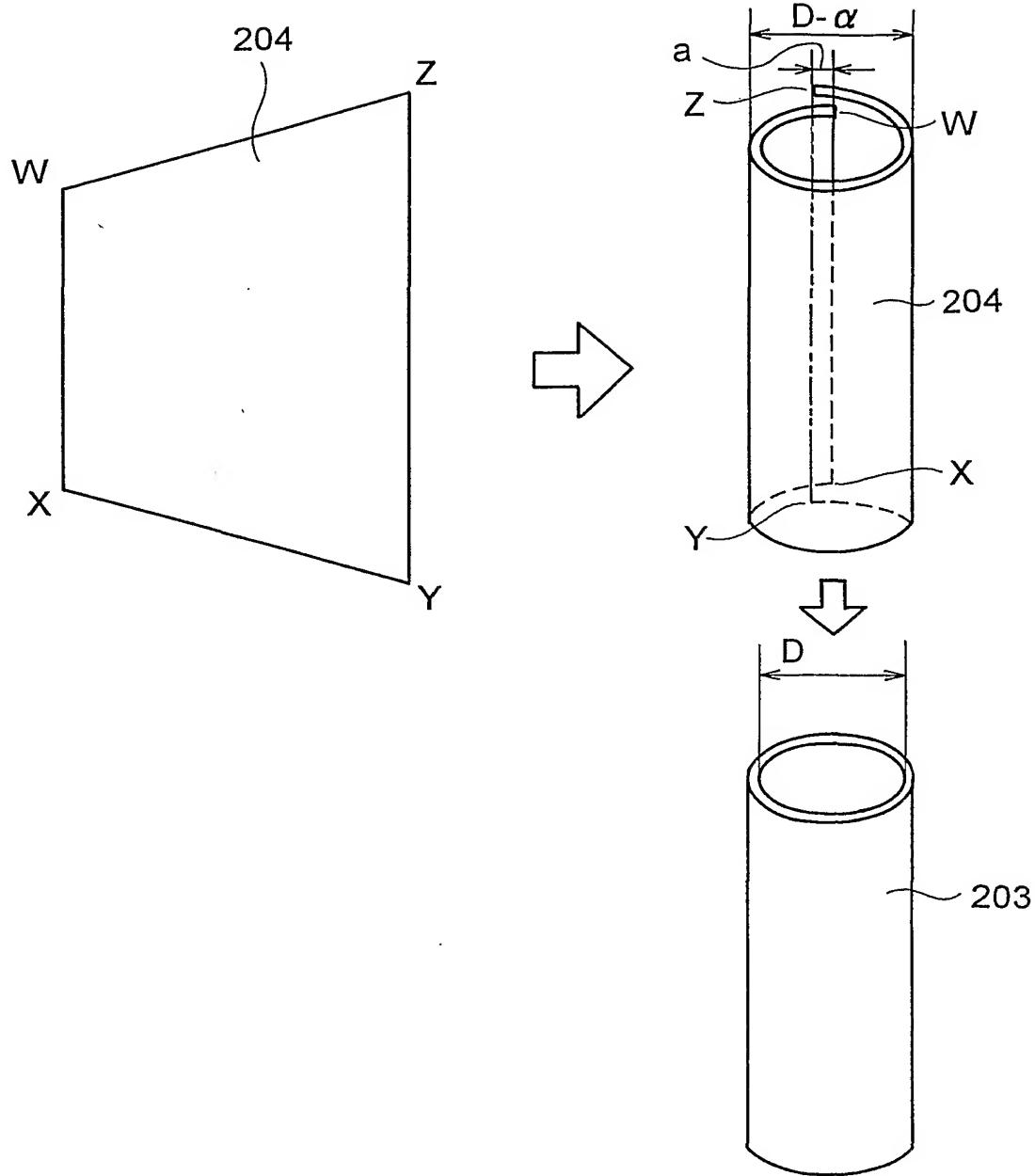
27/81

図27



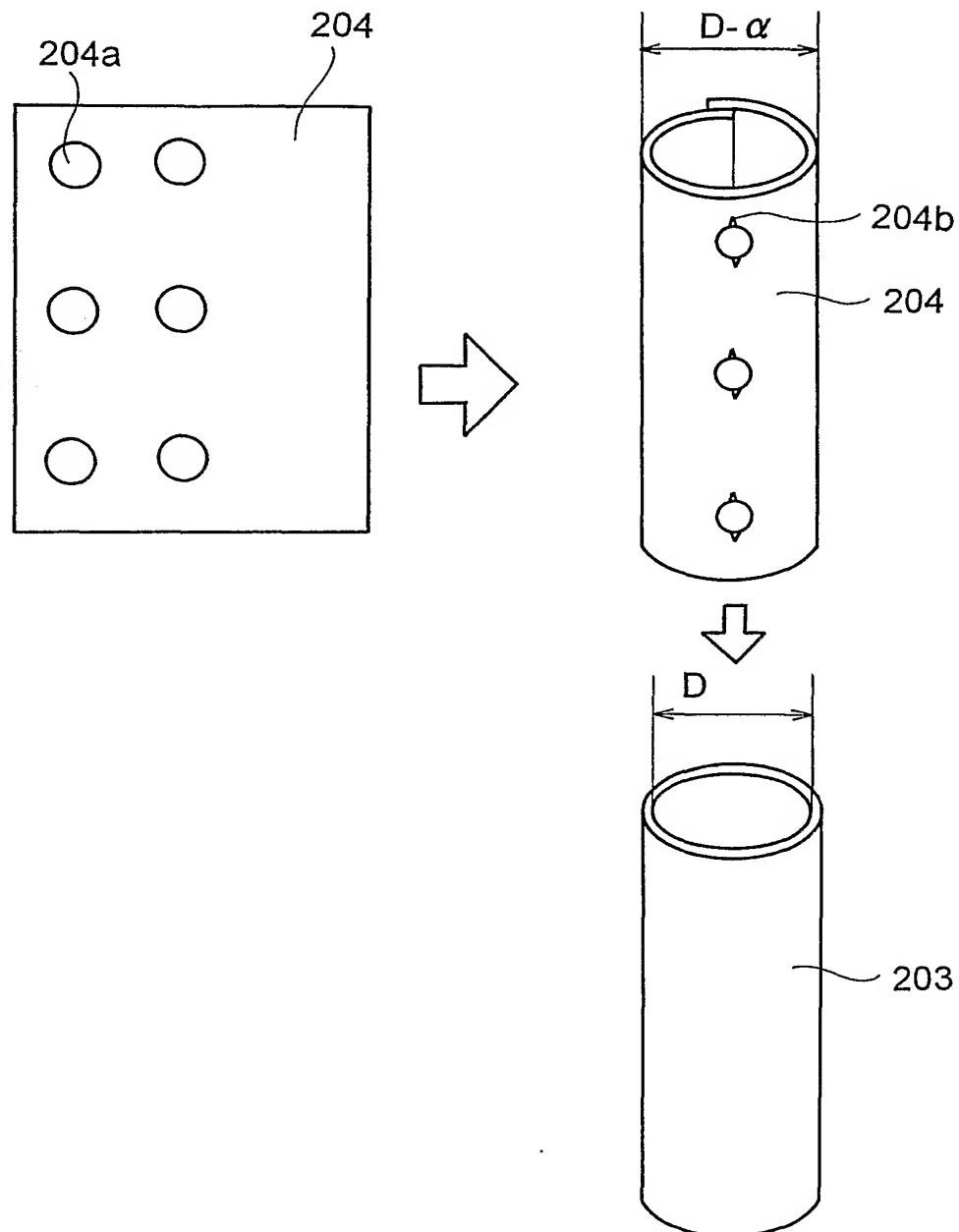
28/81

図28



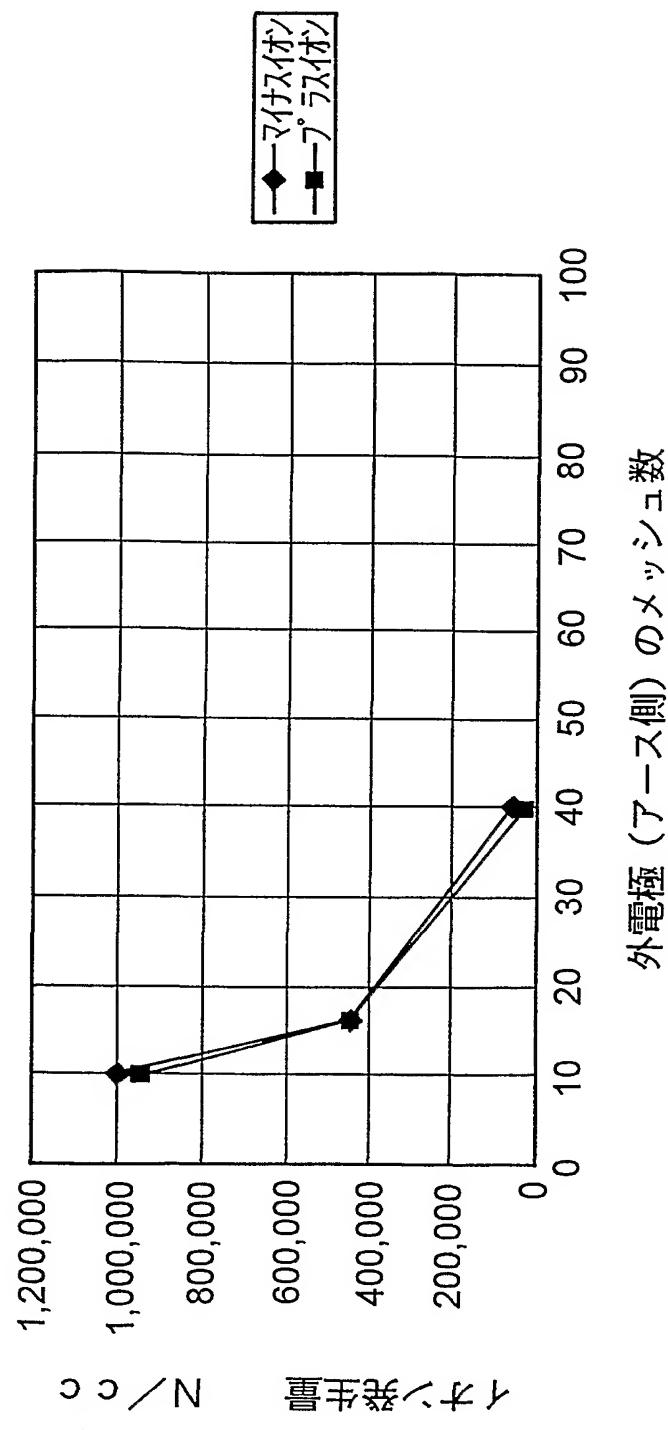
29/81

図29



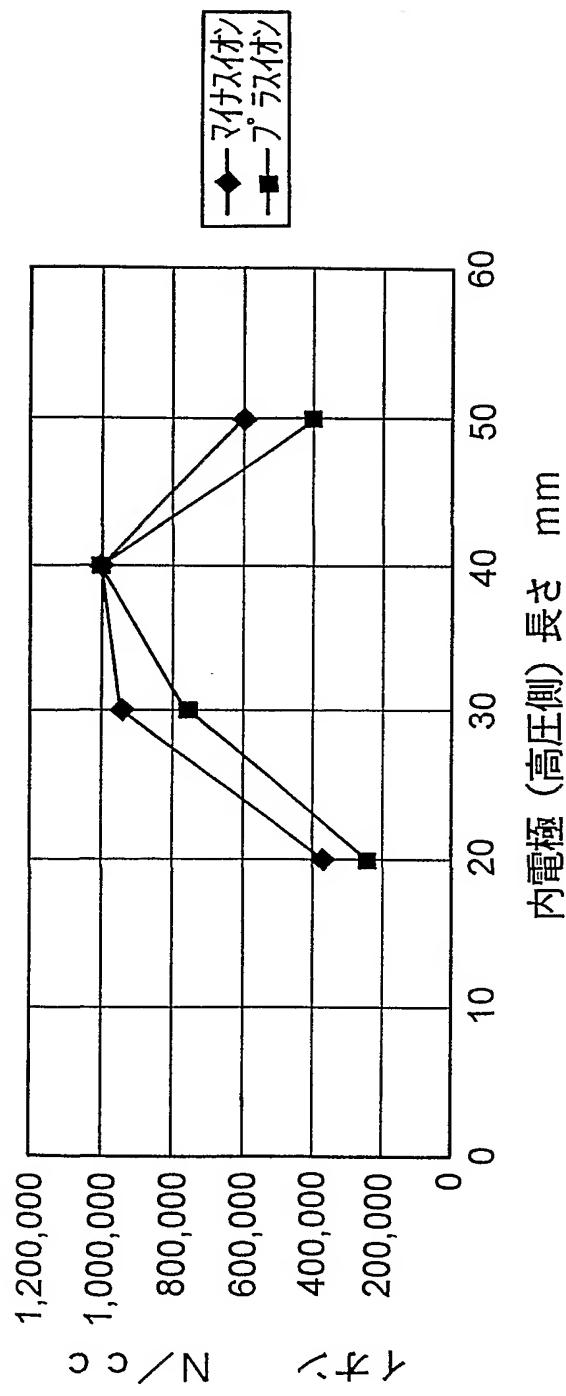
30/81

図30



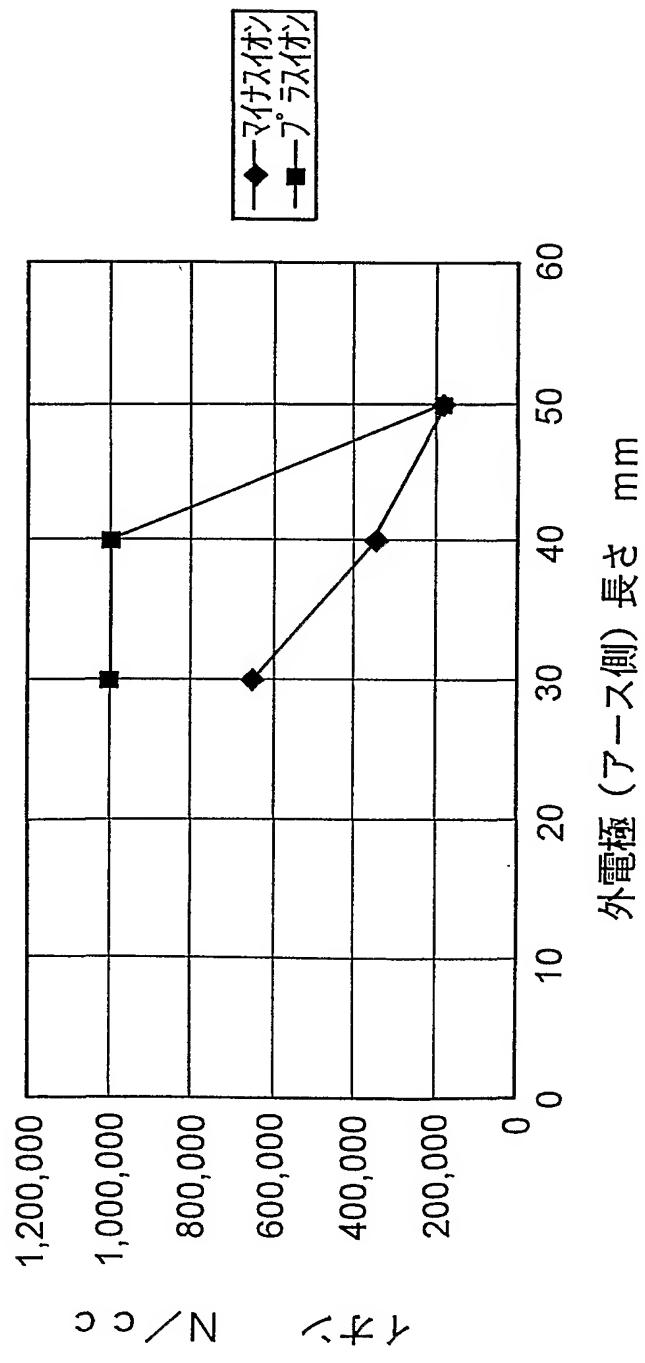
31/81

図31



32/81

図32



33/81

図33A

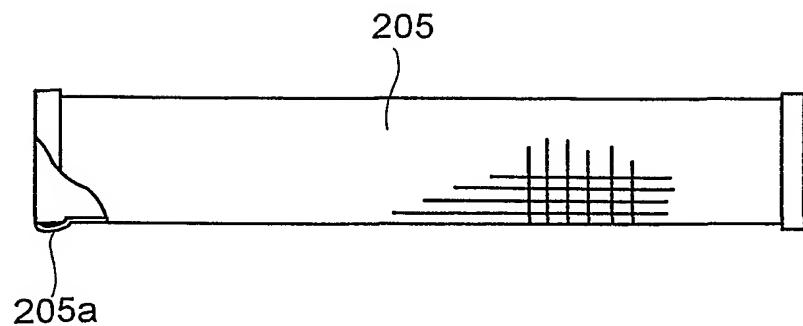
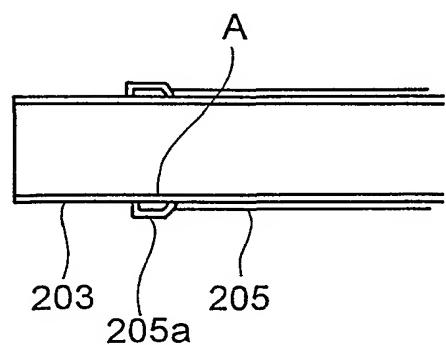


図33B



34/81

図34A

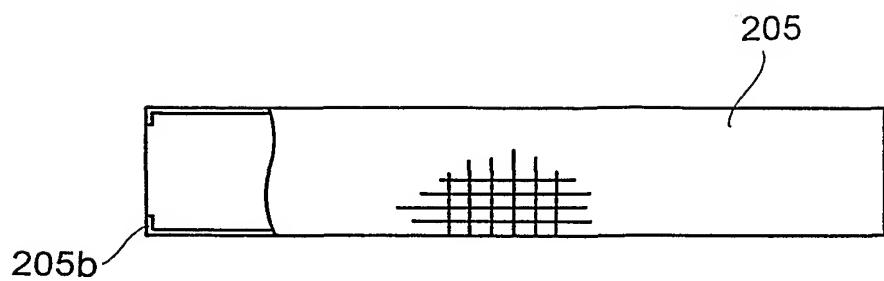
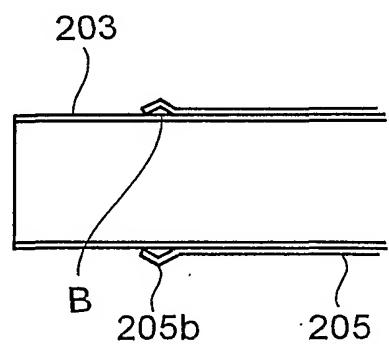


図34B



35/81

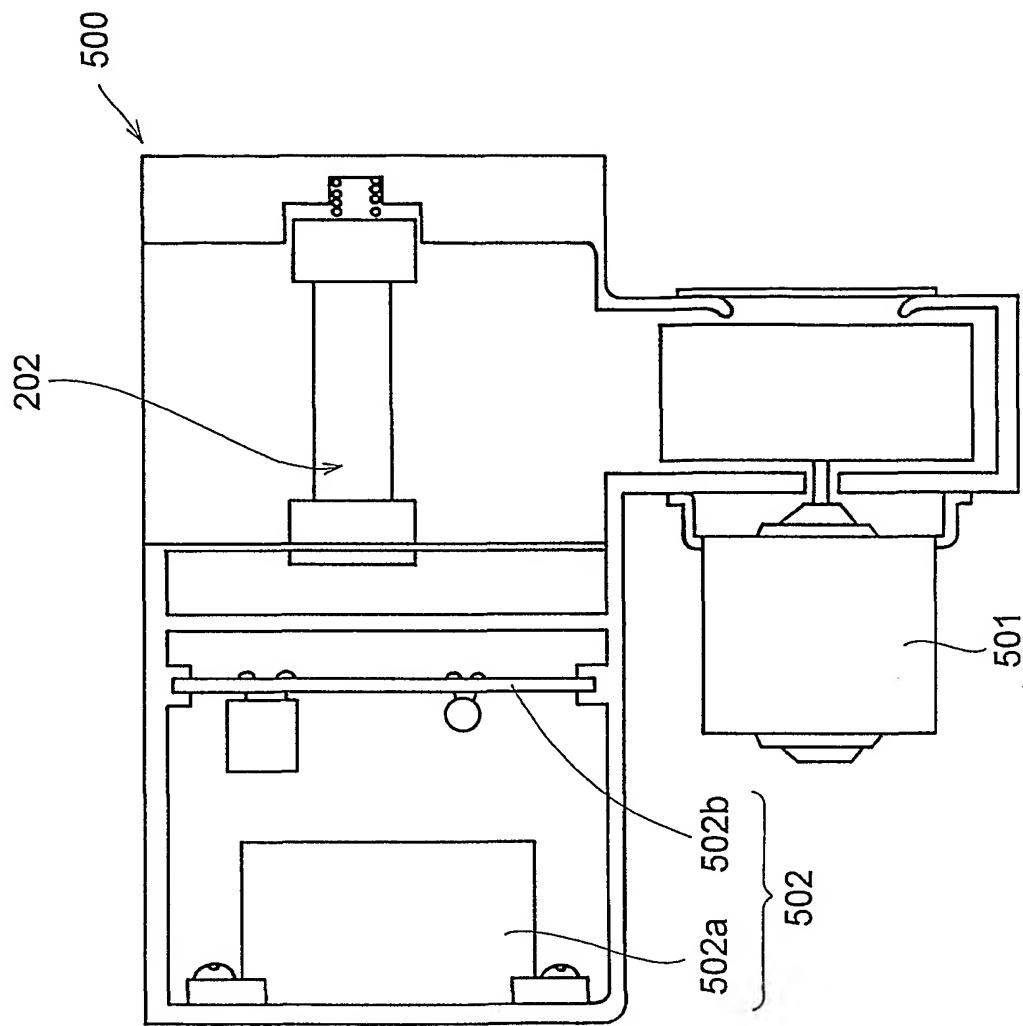
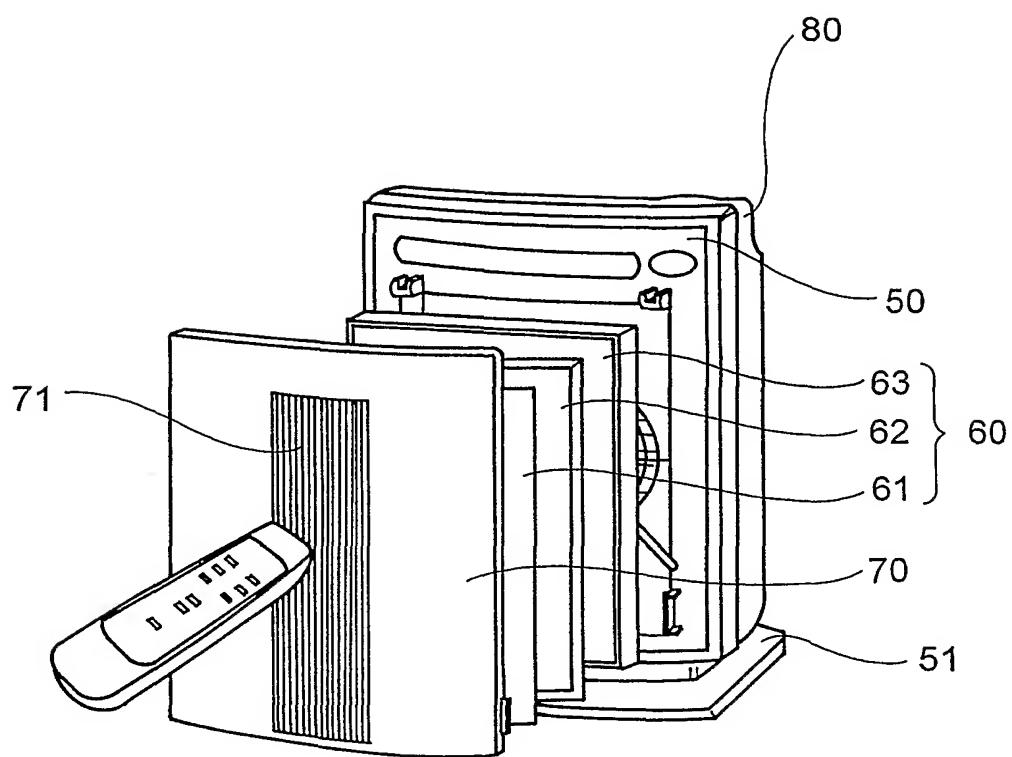


図35

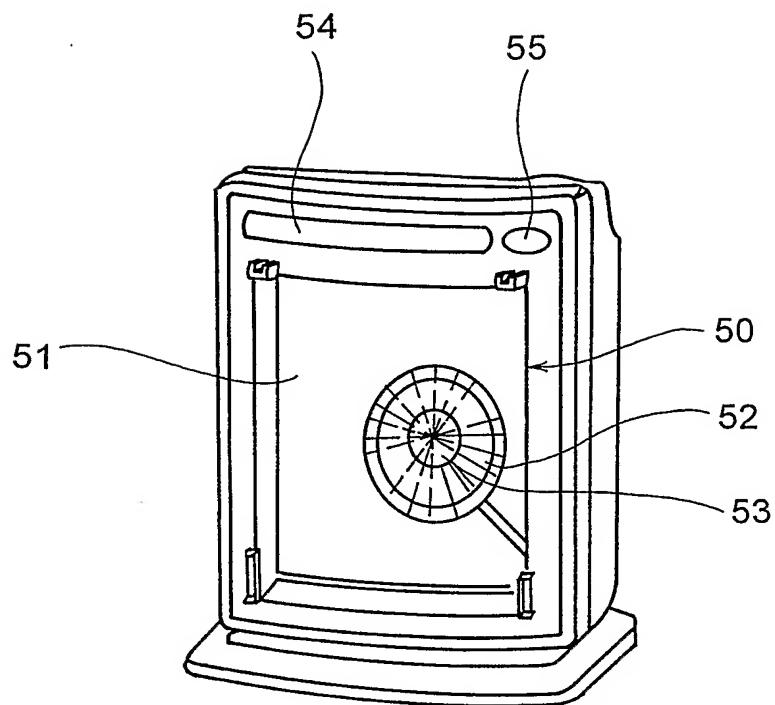
36/81

図36



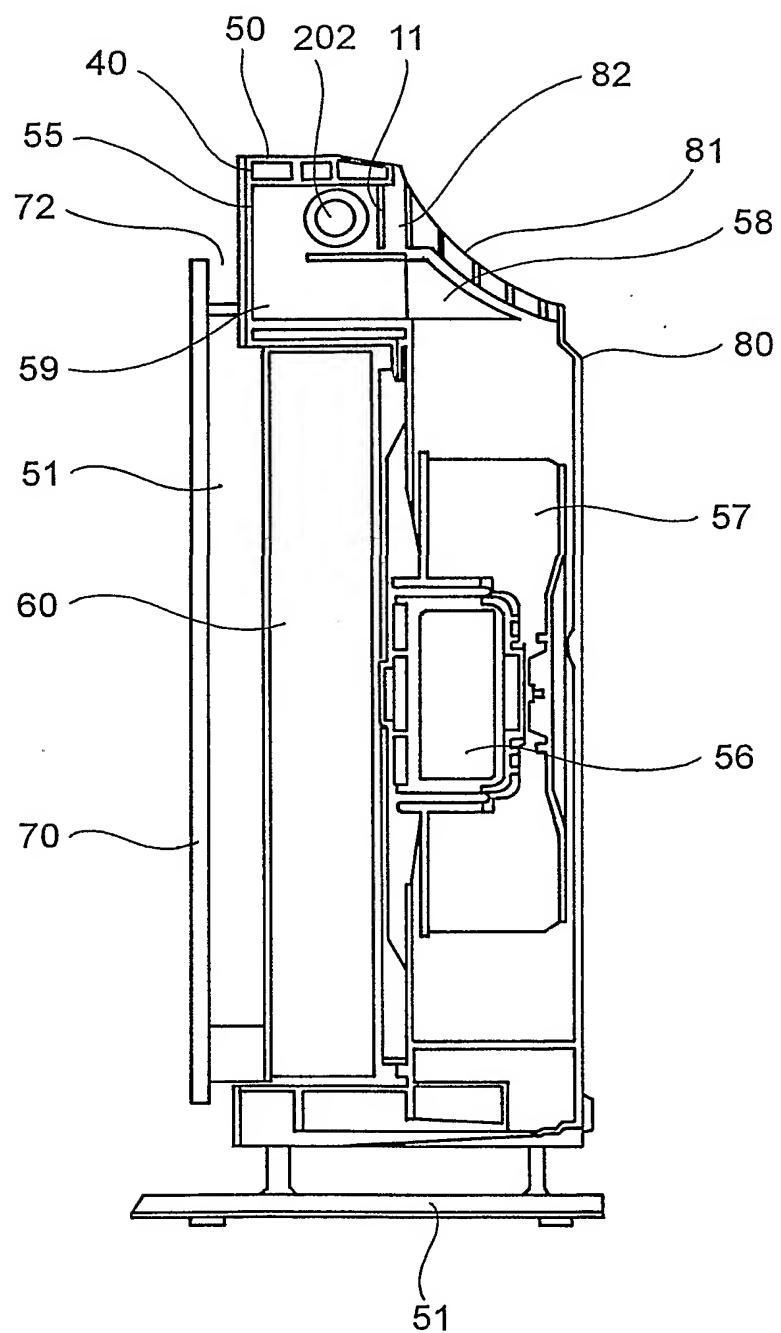
37/81

図37



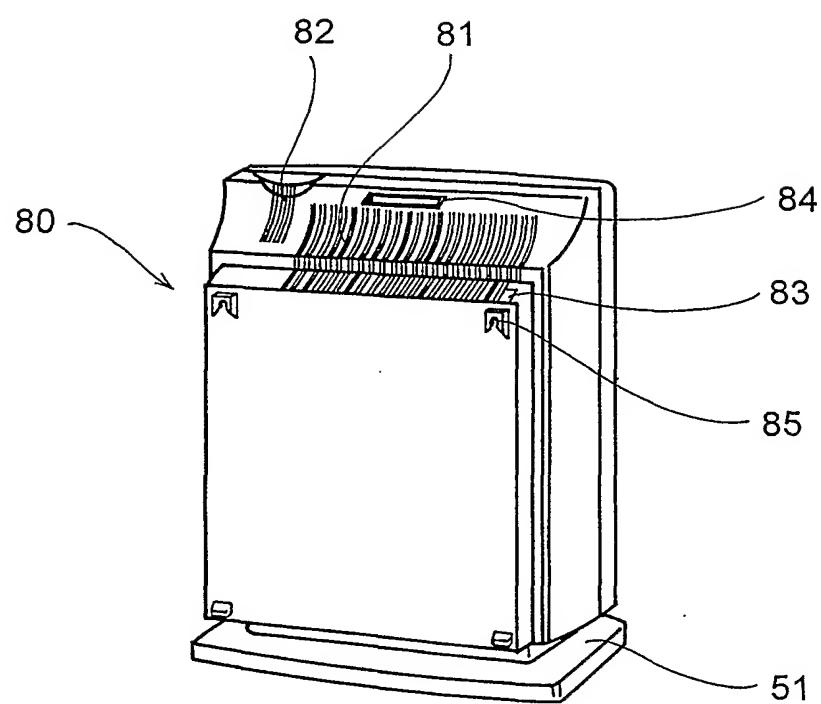
38/81

図38



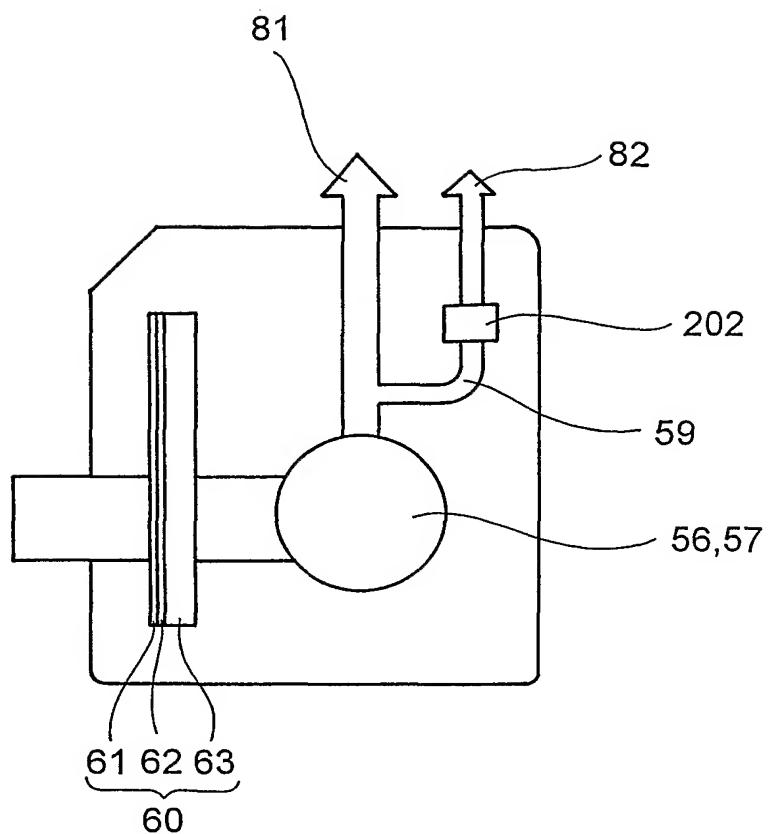
39/81

図39



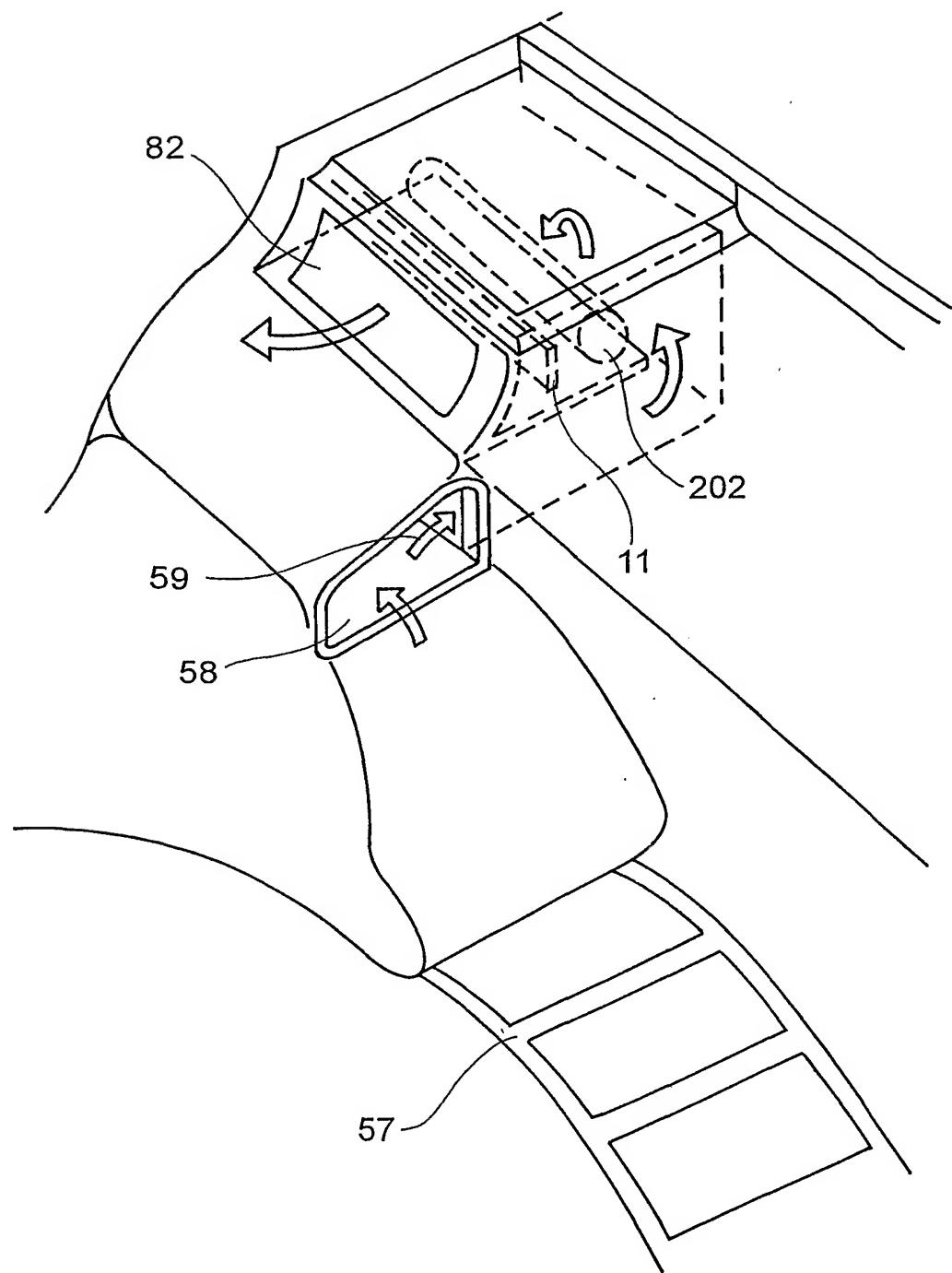
40/81

図40



41/81

図41



42/81

図42A

オゾン発生濃度の距離特性(印加電圧1.1kV)

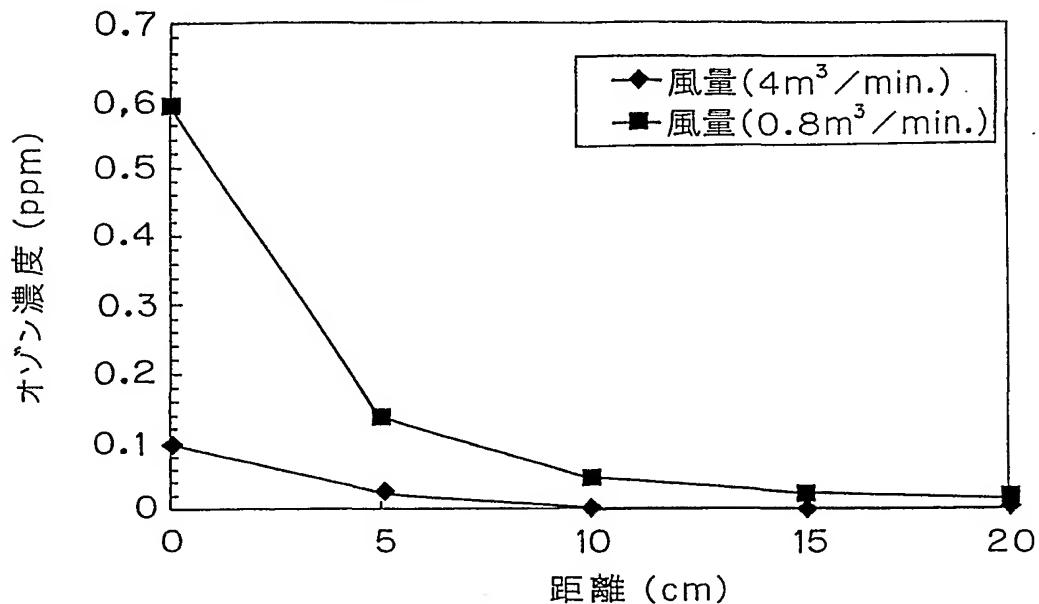
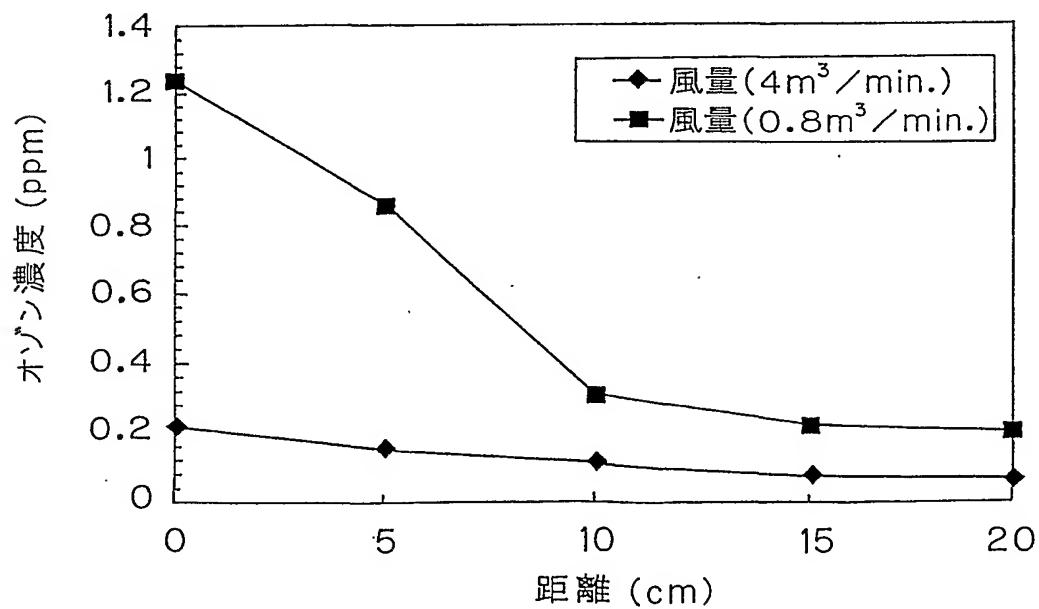


図42B

オゾン発生濃度の距離特性(印加電圧1.4kV)



43/81

図43

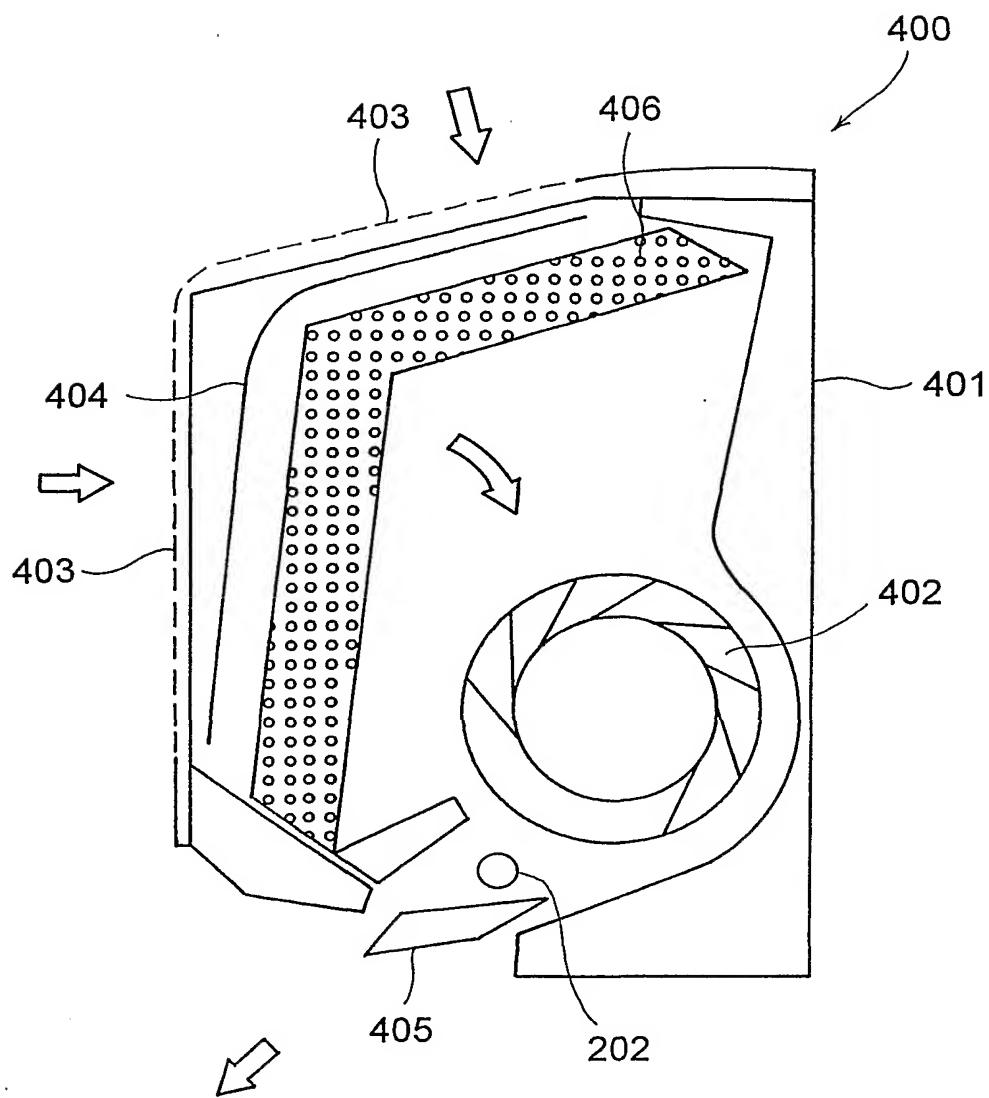
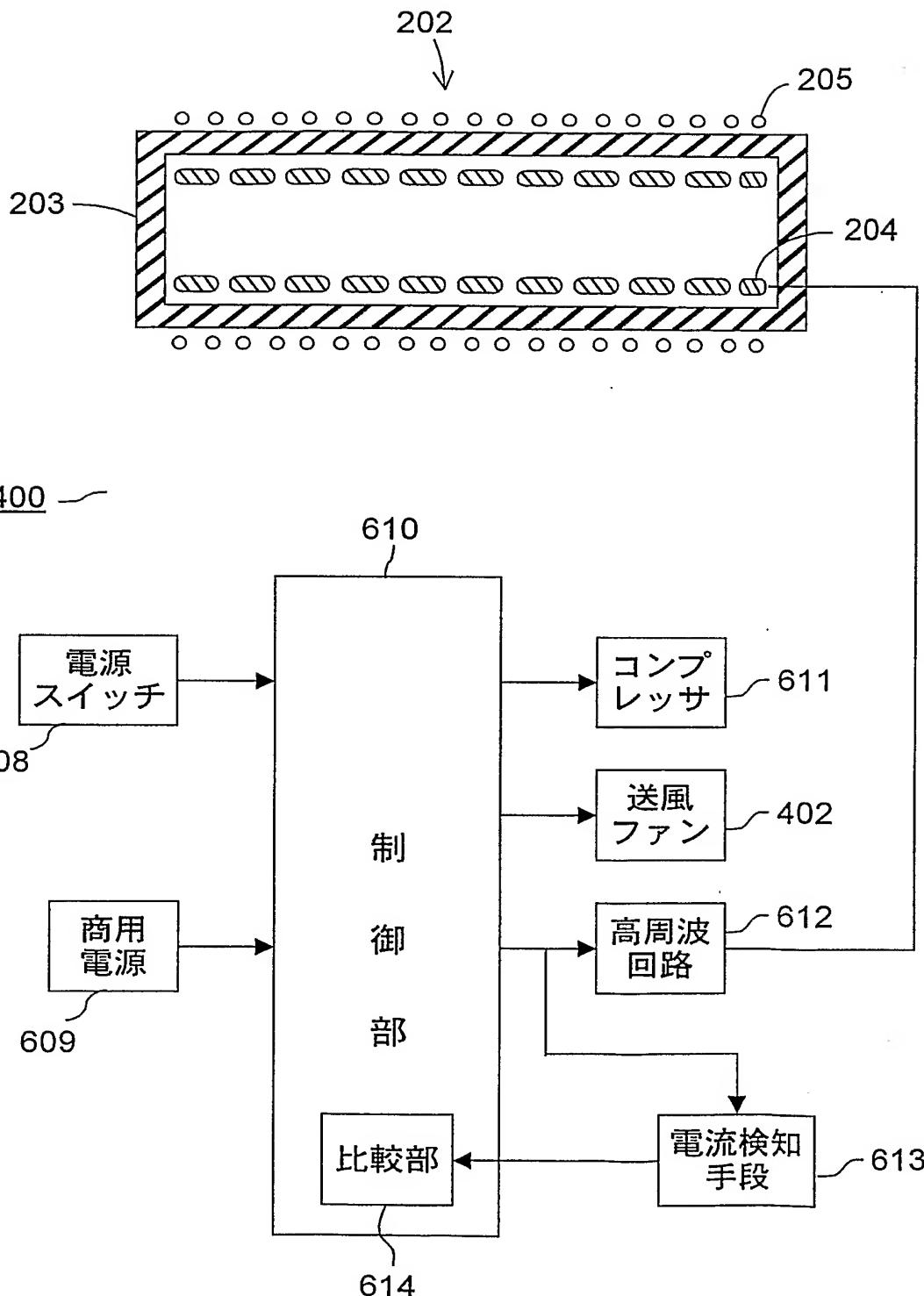
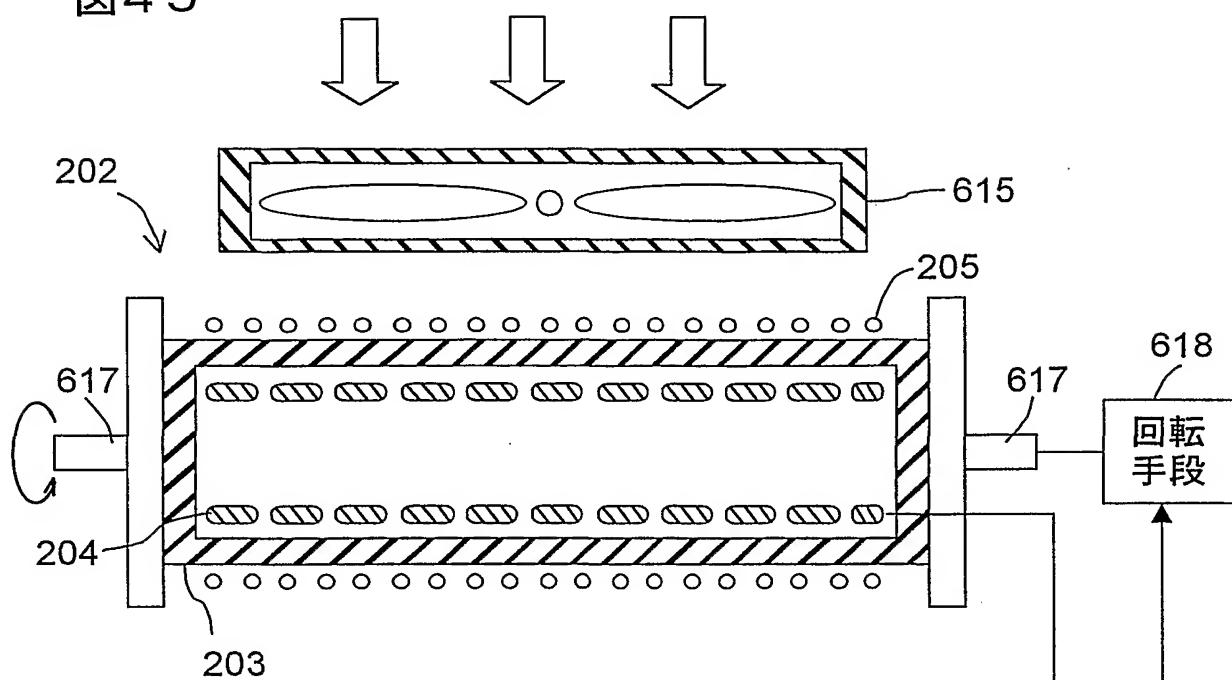


図44

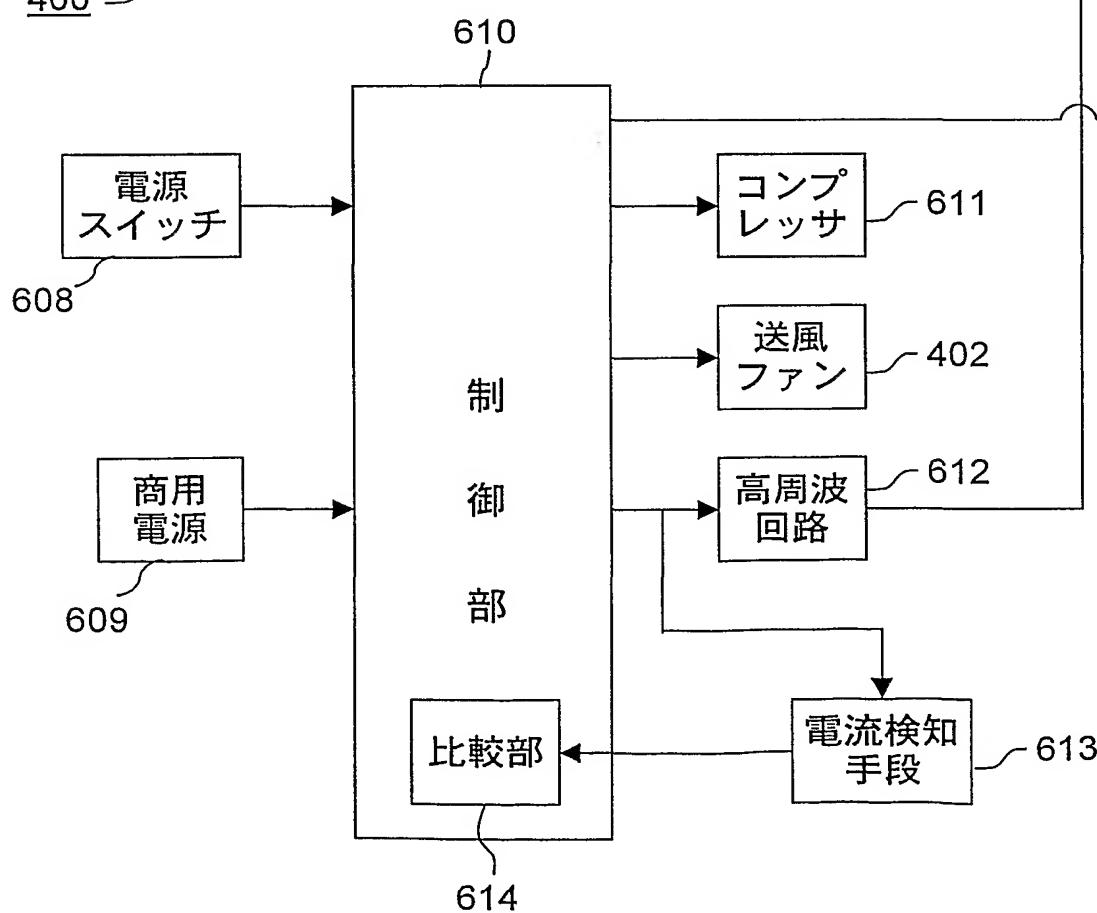


45/81

図45

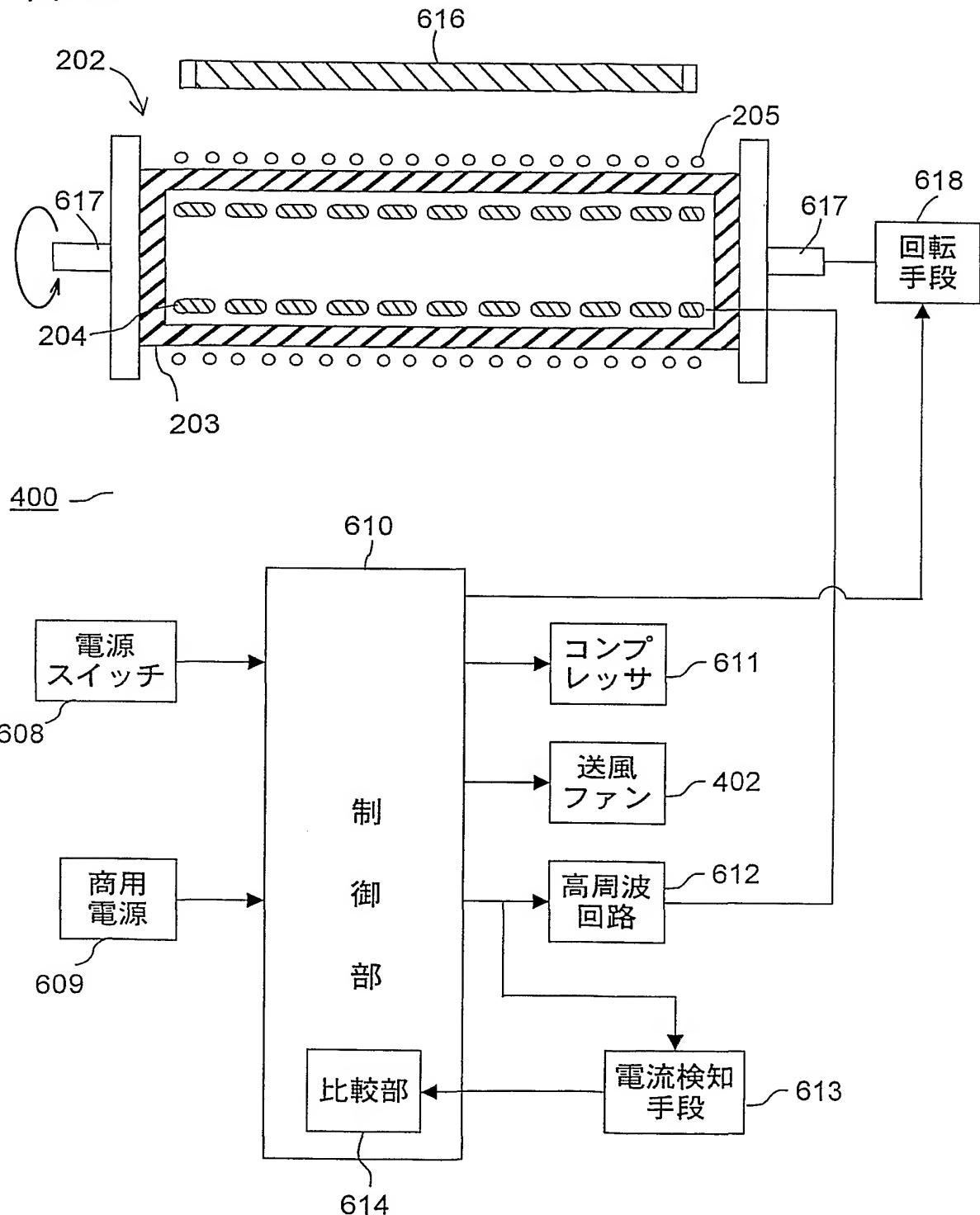


400 —



46/81

図46



47/81

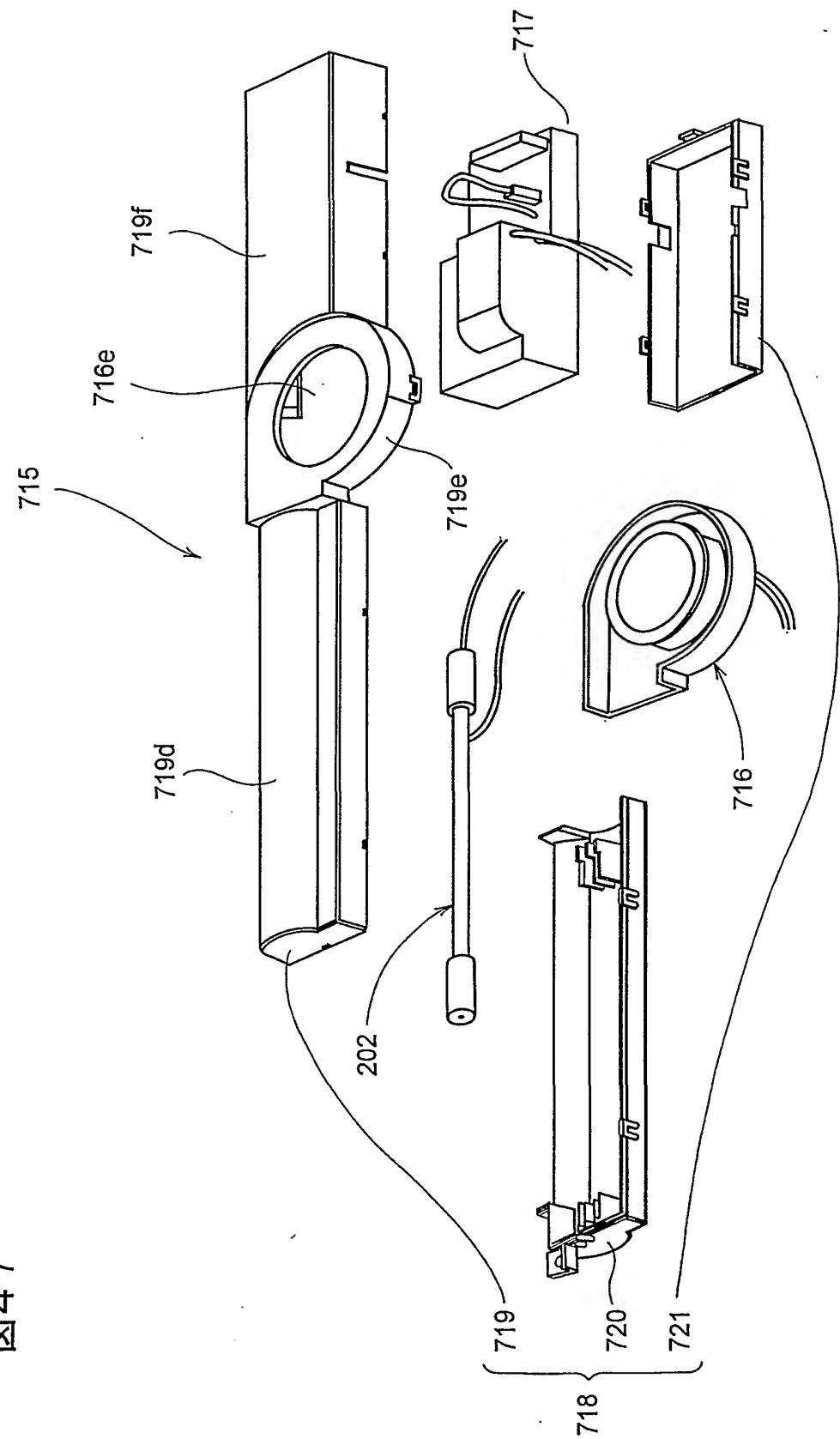


図47

48/81

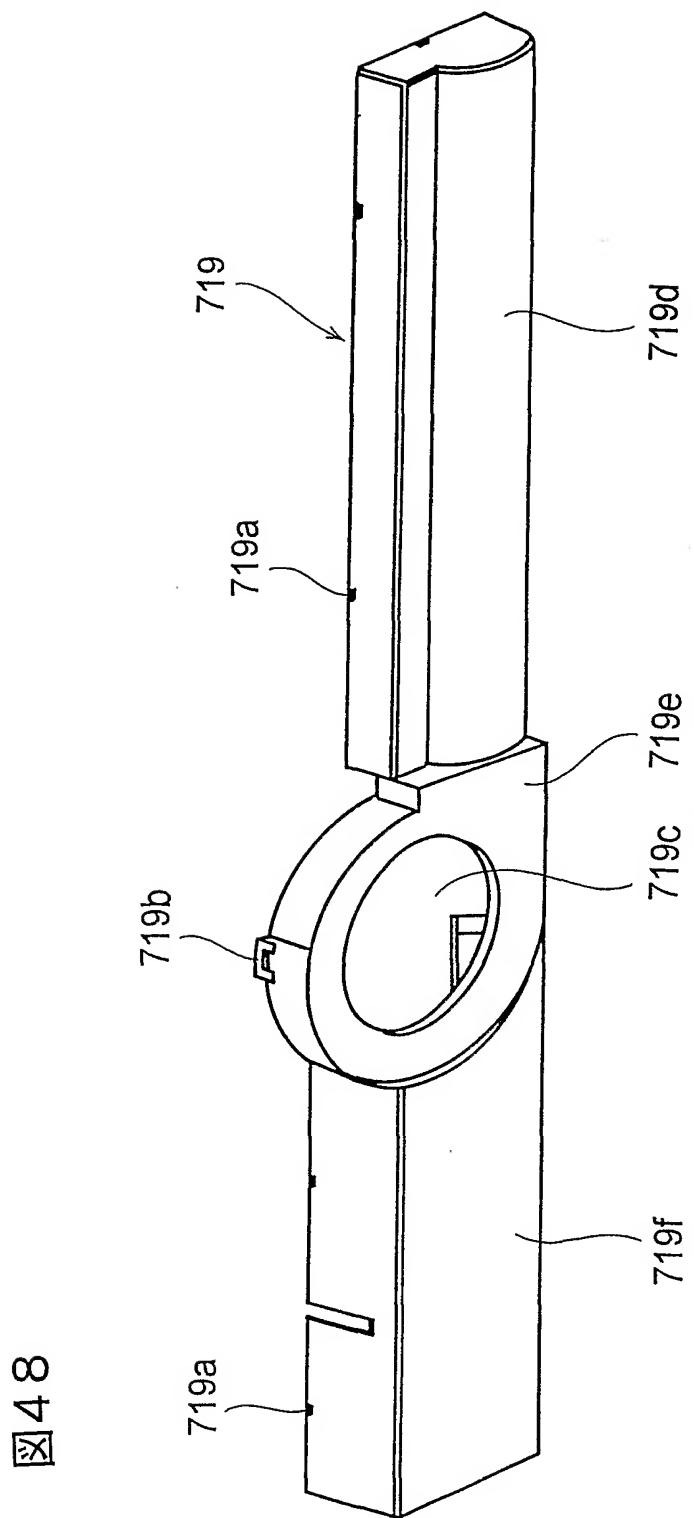


図48

図49A

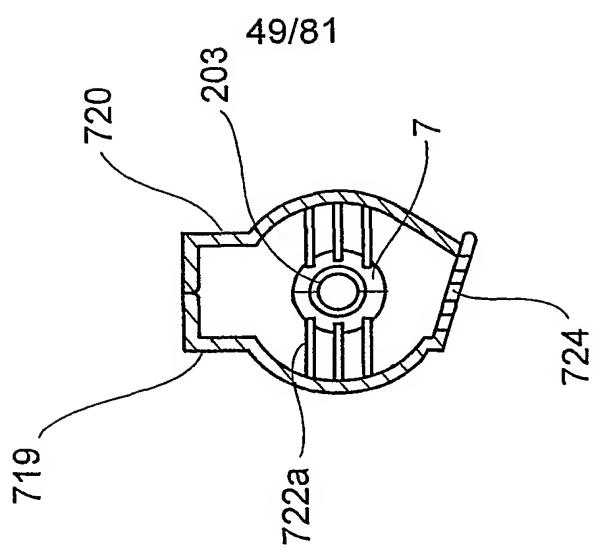
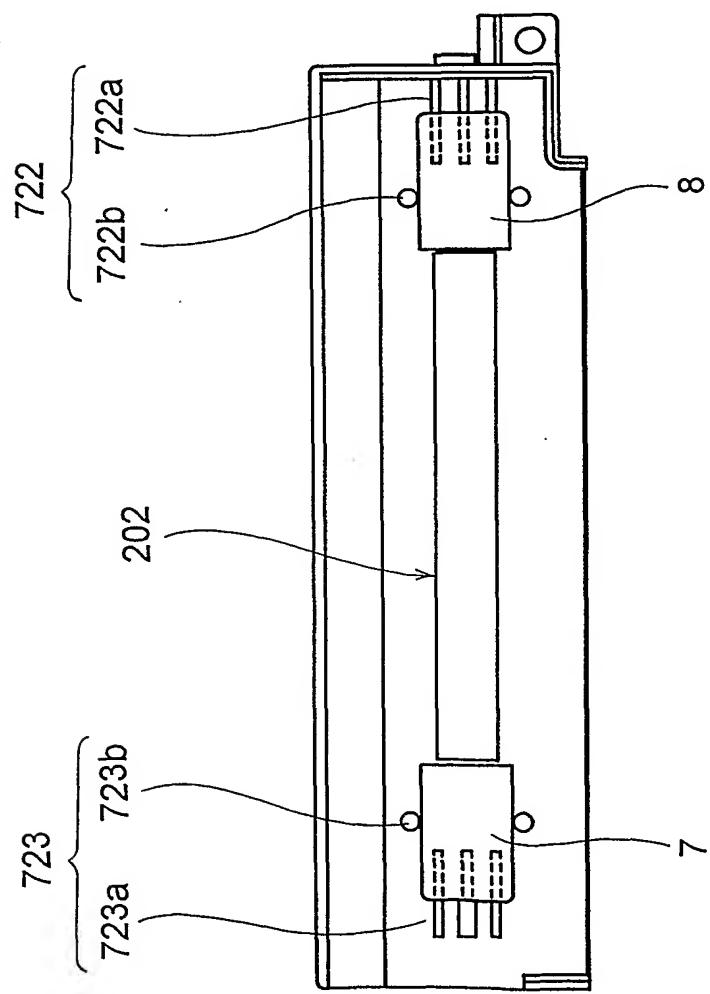


図49B



50/81

図50

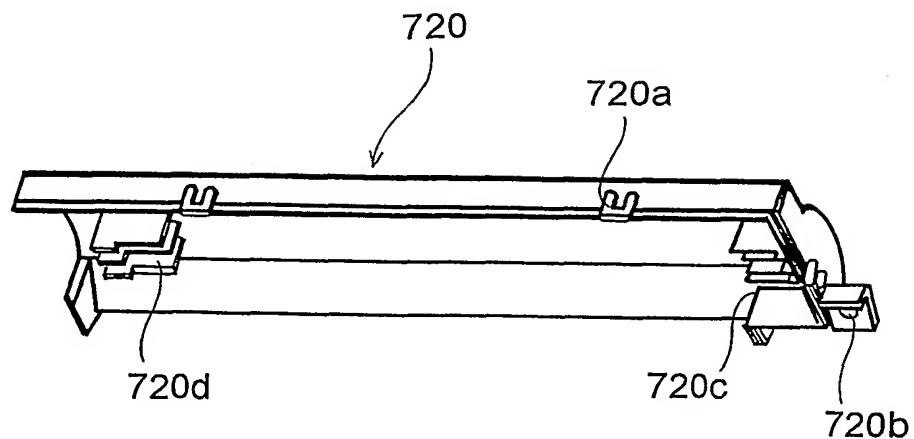
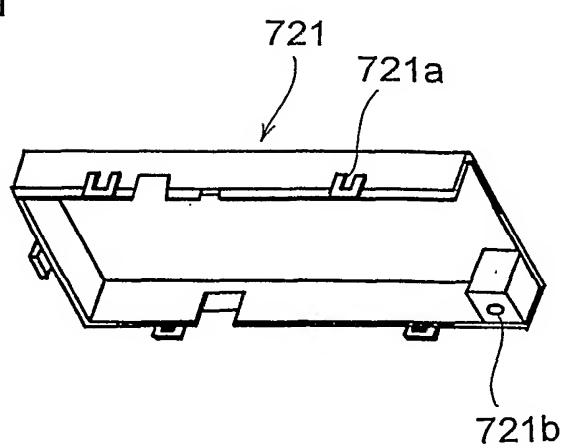
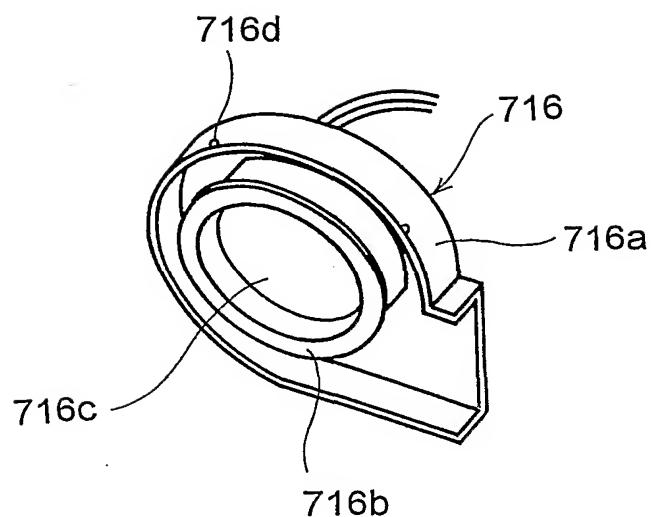


図51



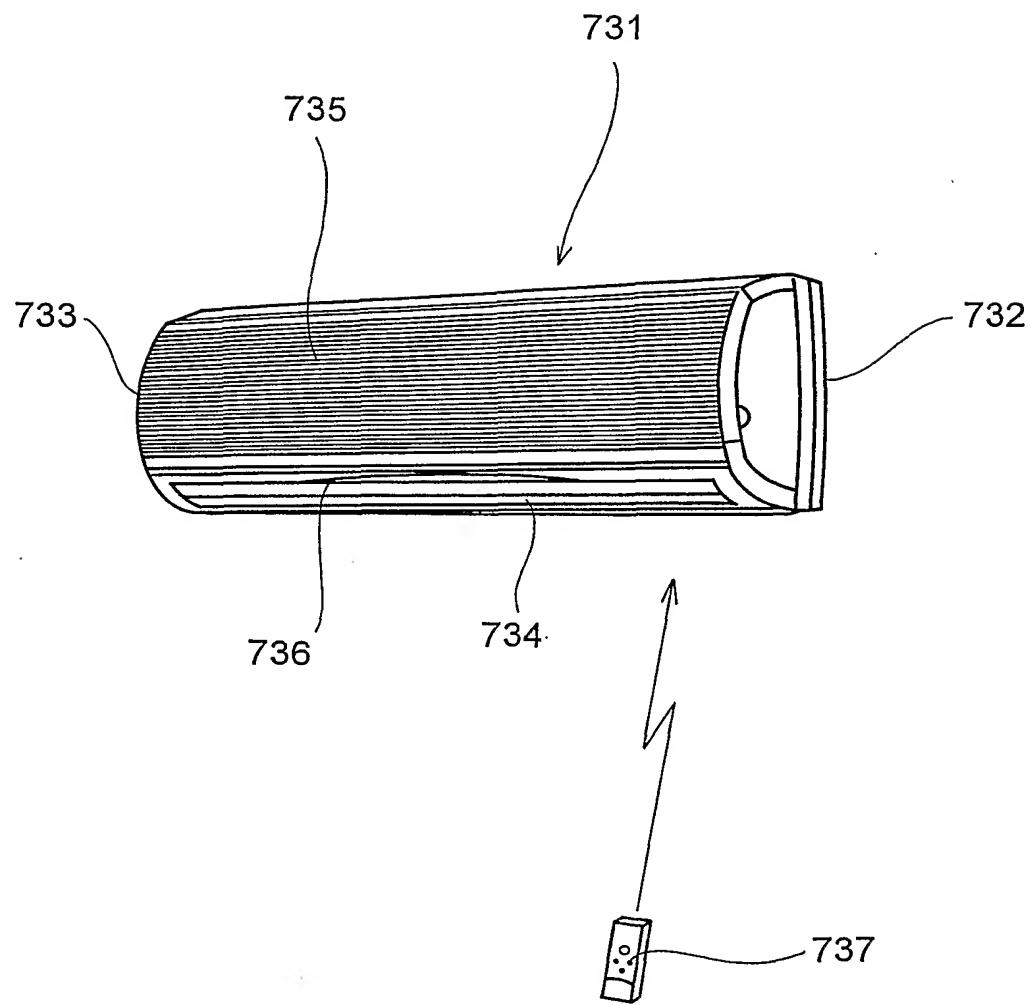
51/81

図52



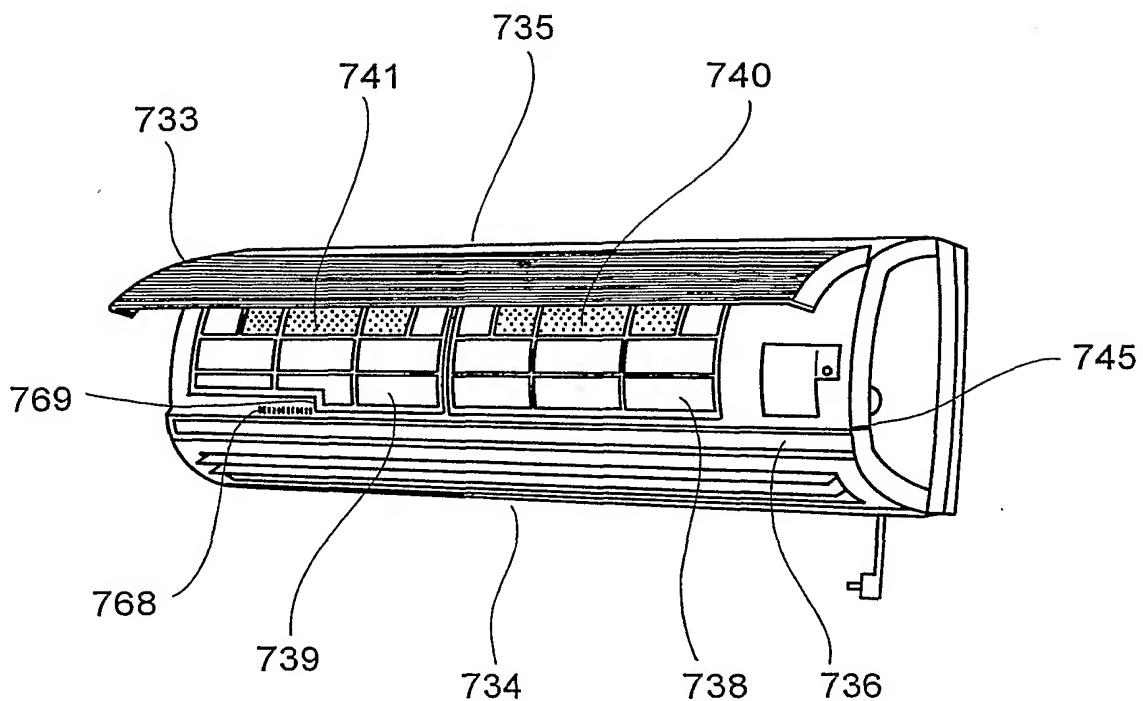
52/81

図53



53/81

図54



54/81

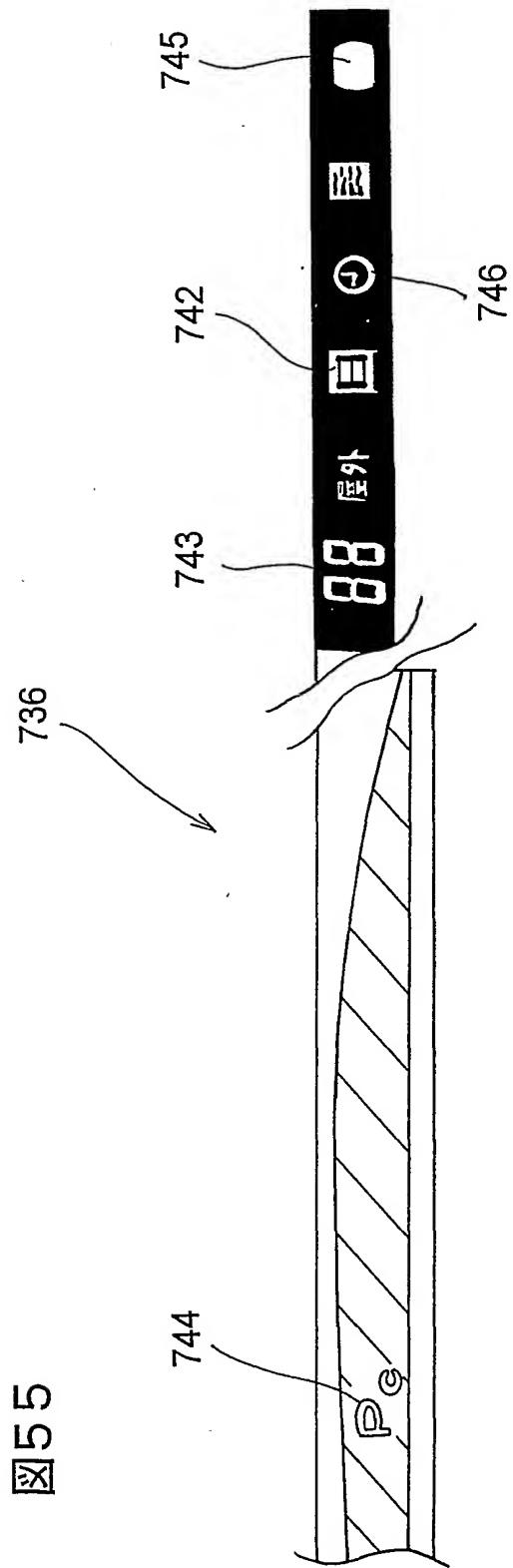


図55

55/81

図56

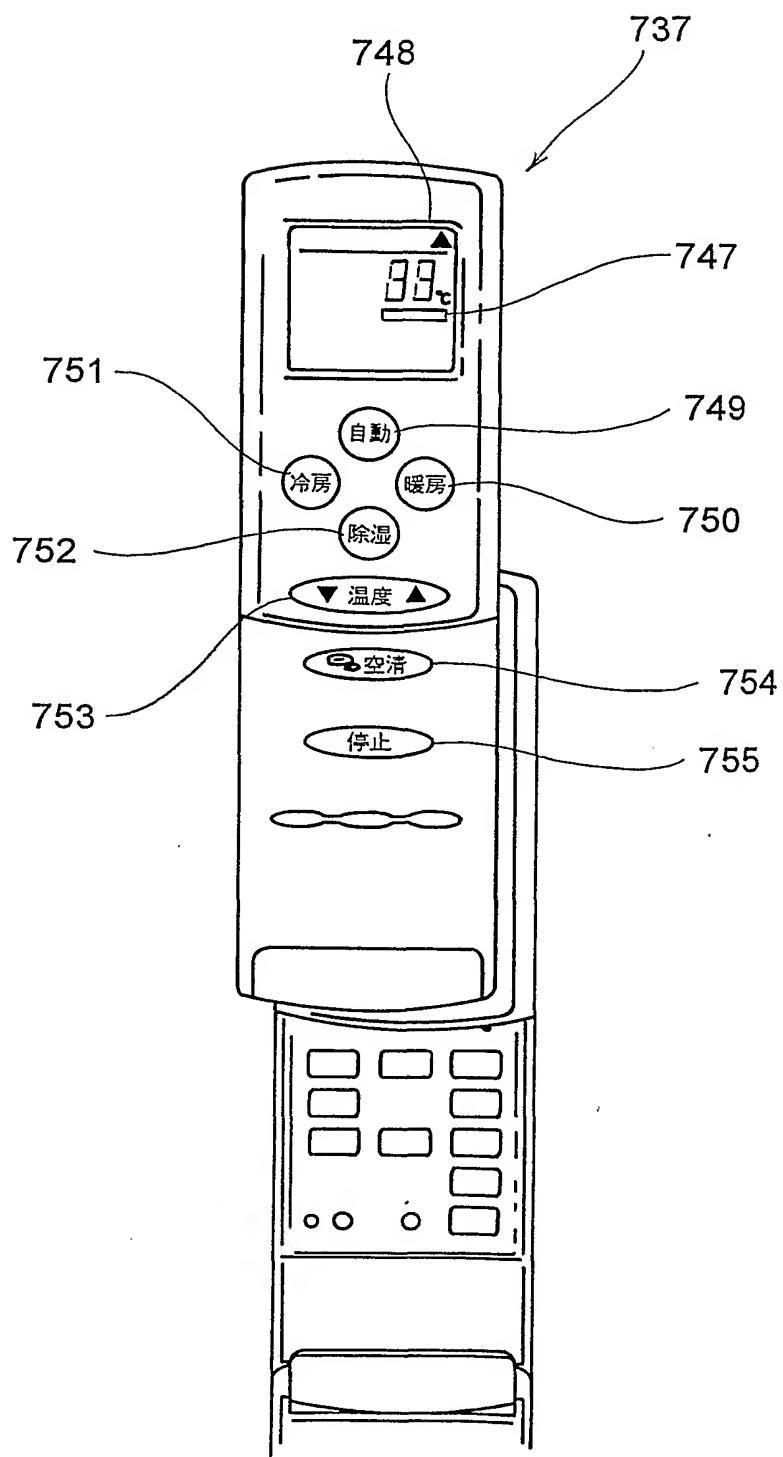
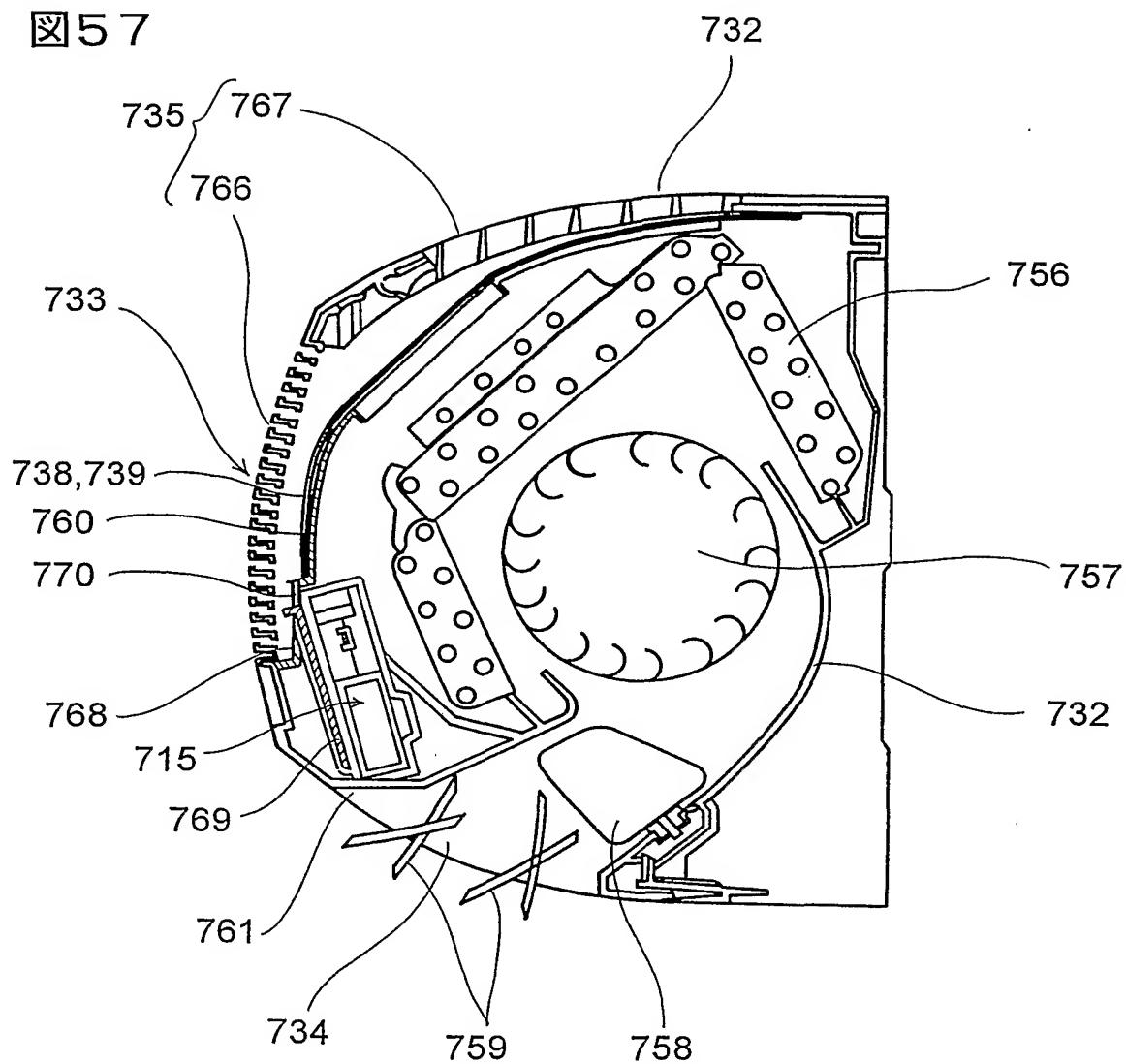
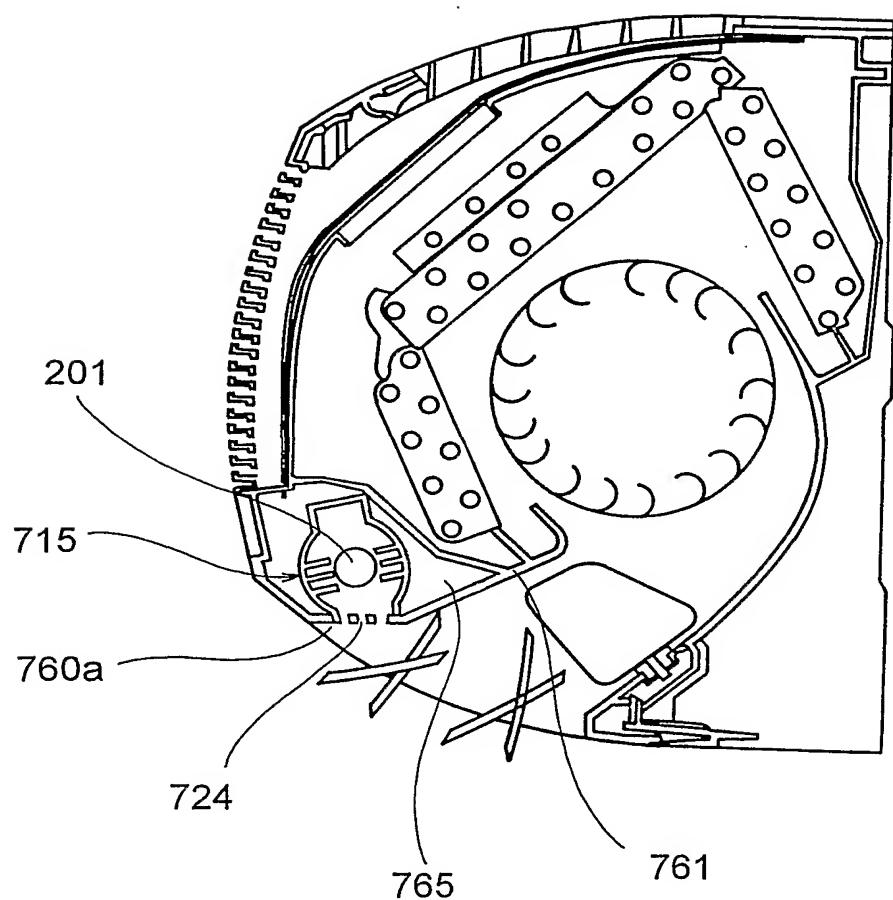


図57



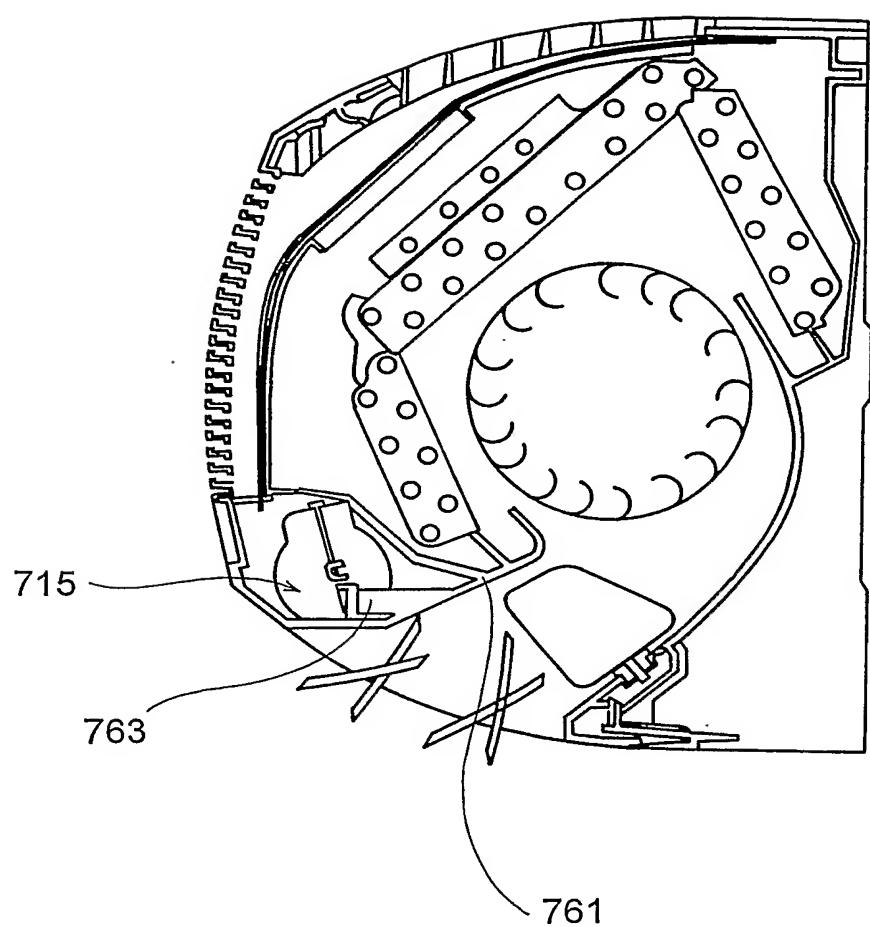
57/81

図58



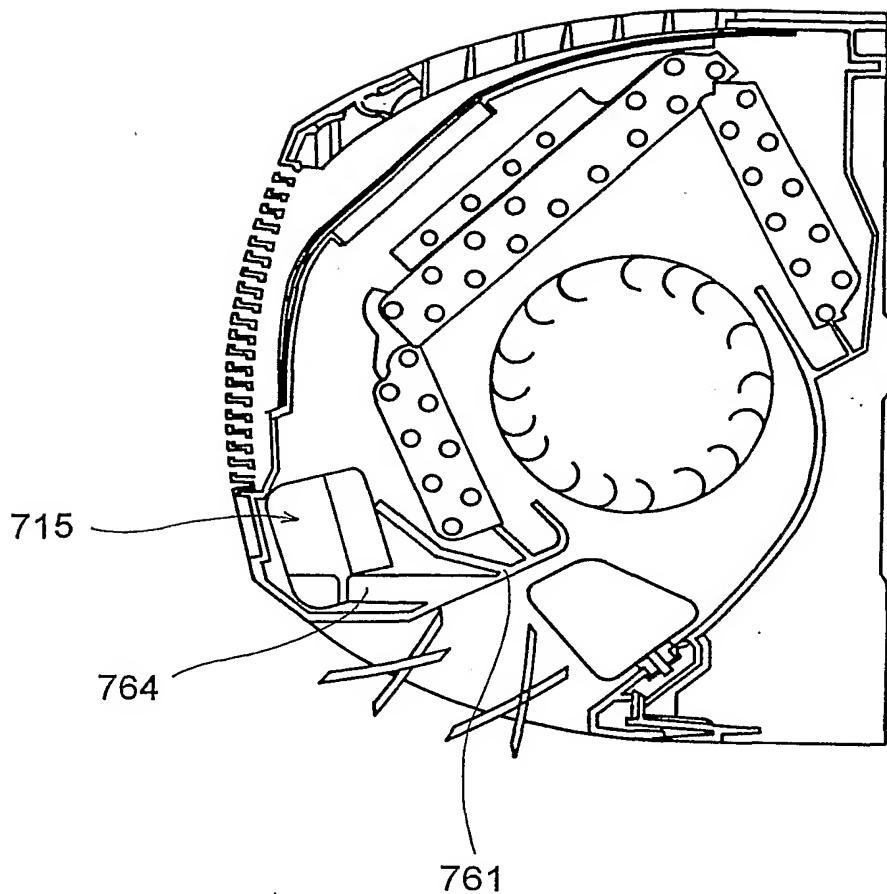
58/81

図59



59/ 81

図60



60/81

図61

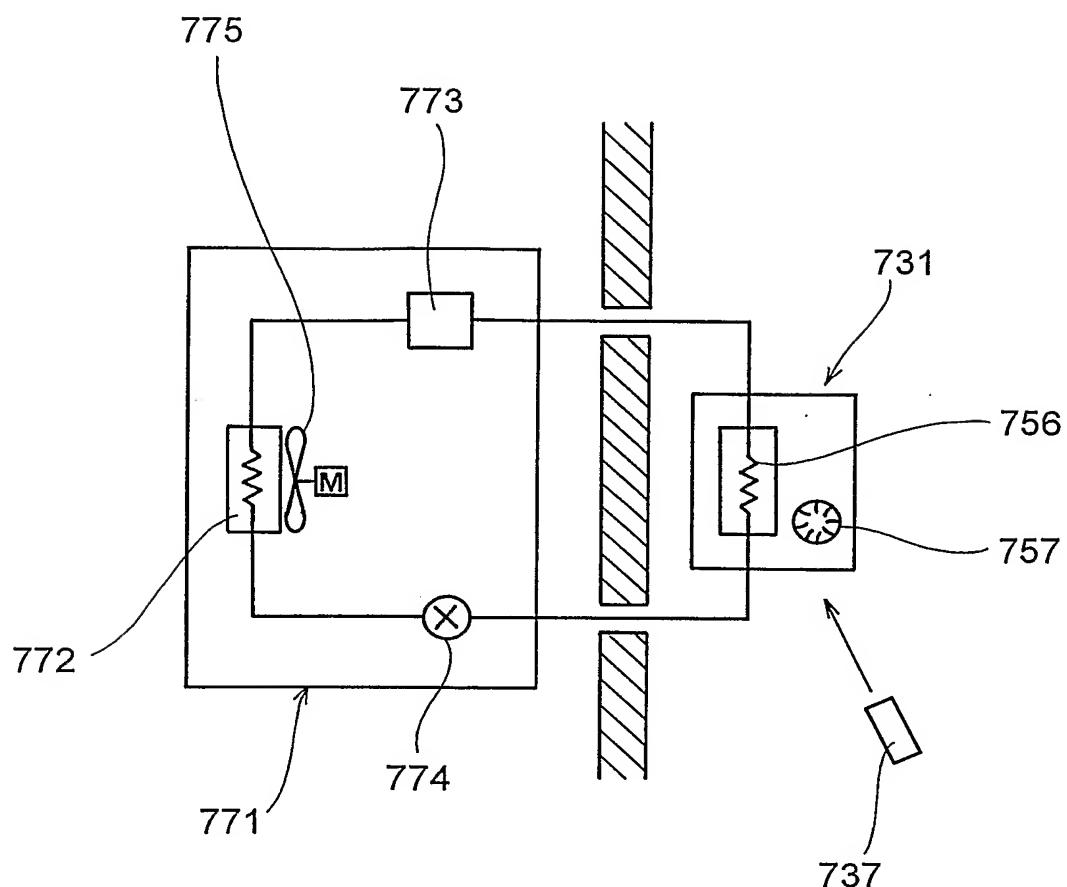
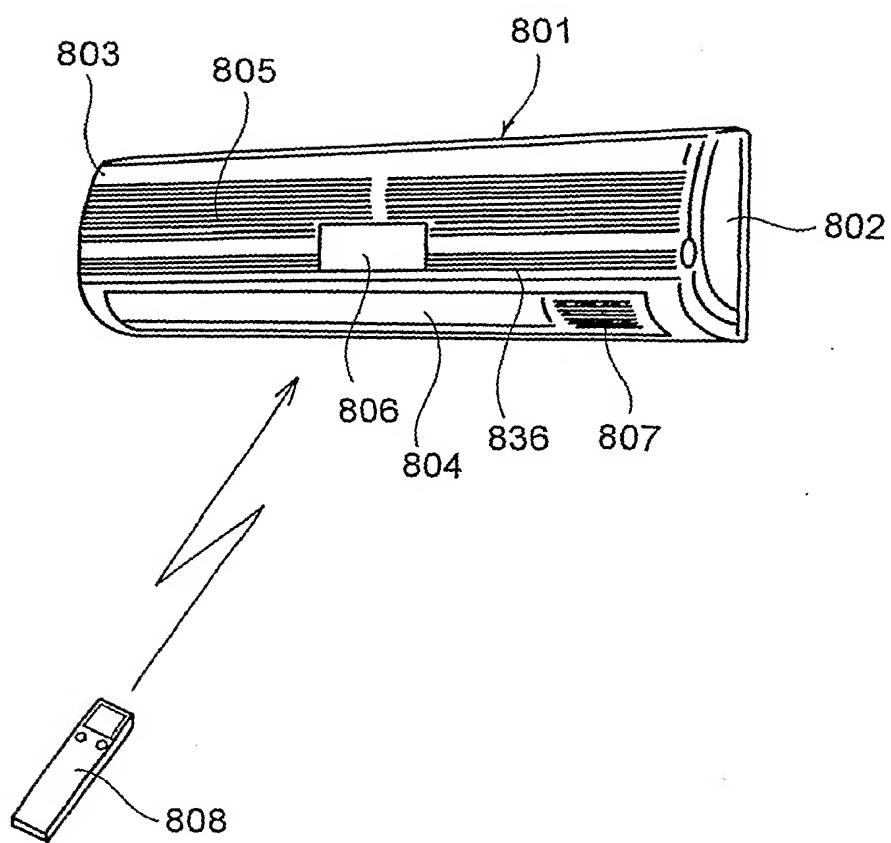
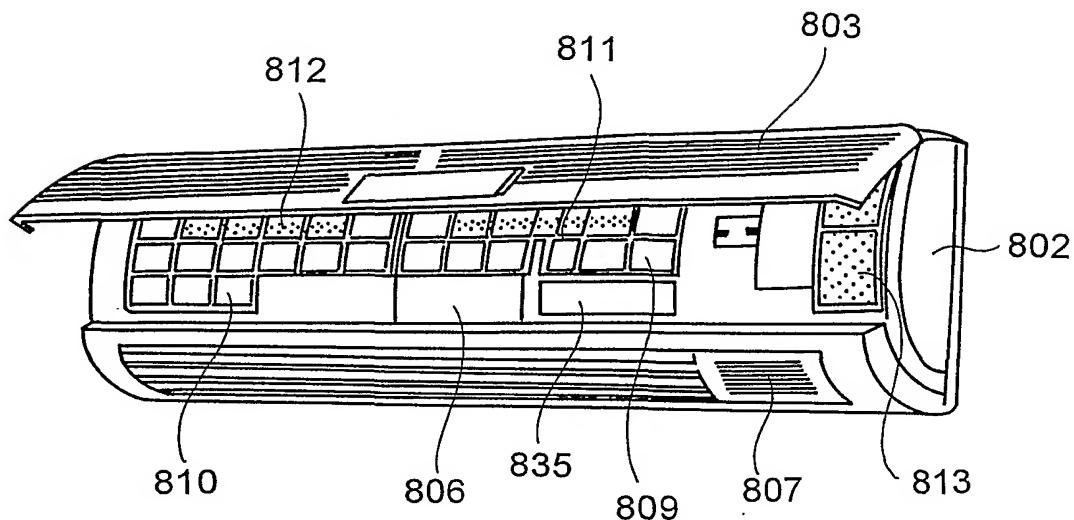


図62



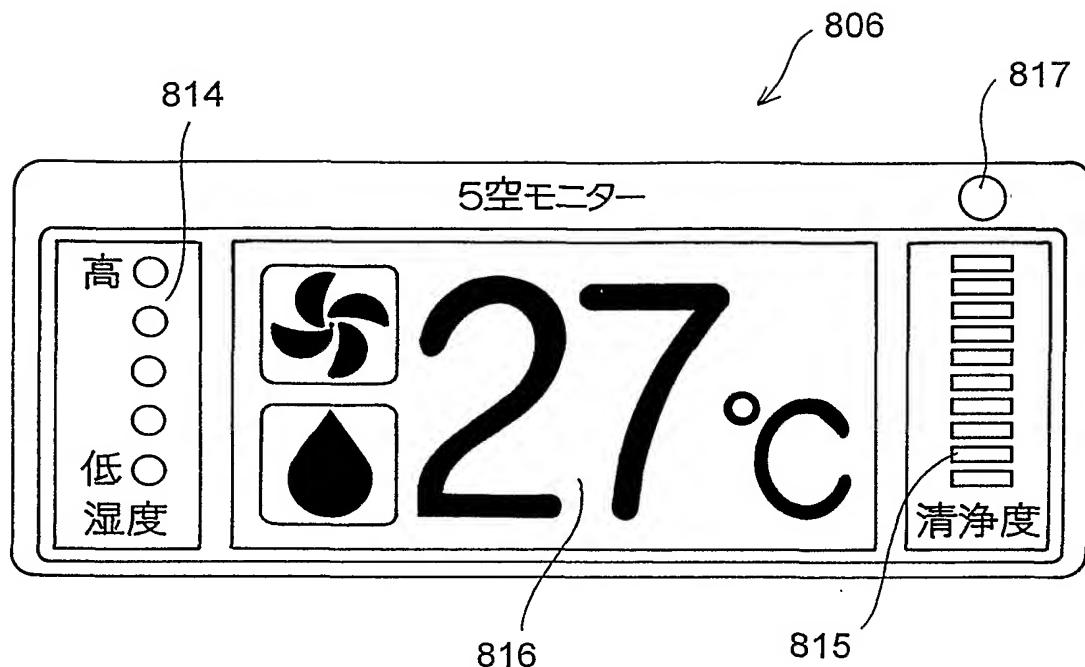
62/81

図63



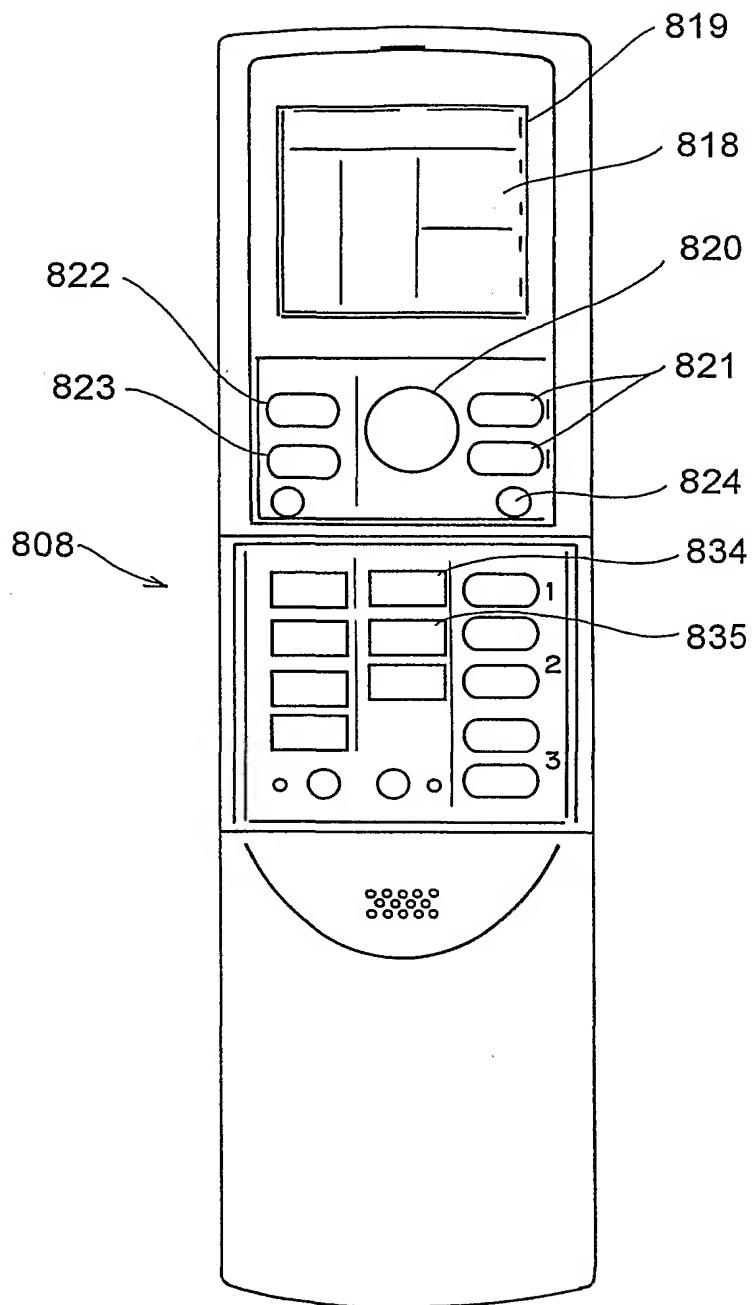
63/81

図64



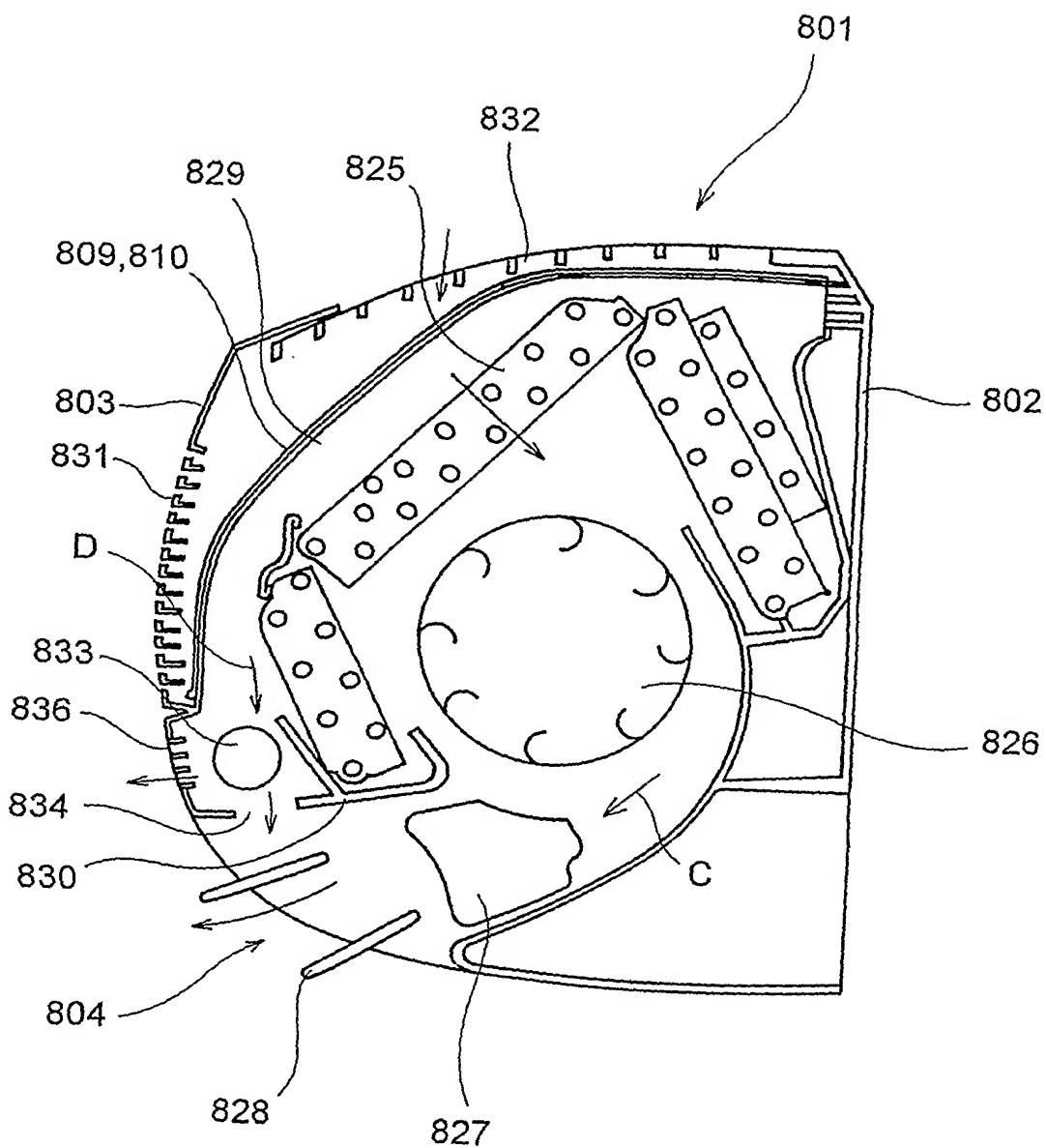
64/81

図65



65/81

図66



66/81

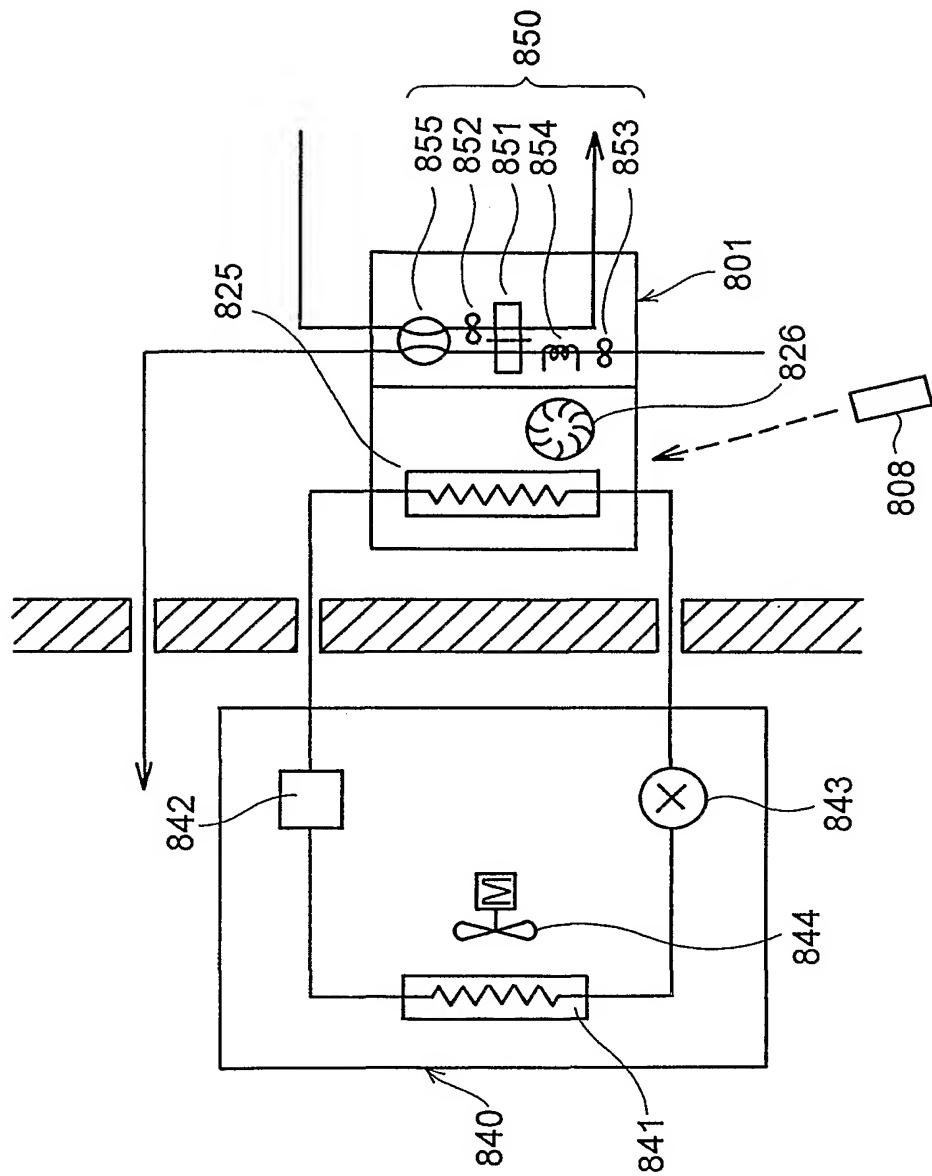
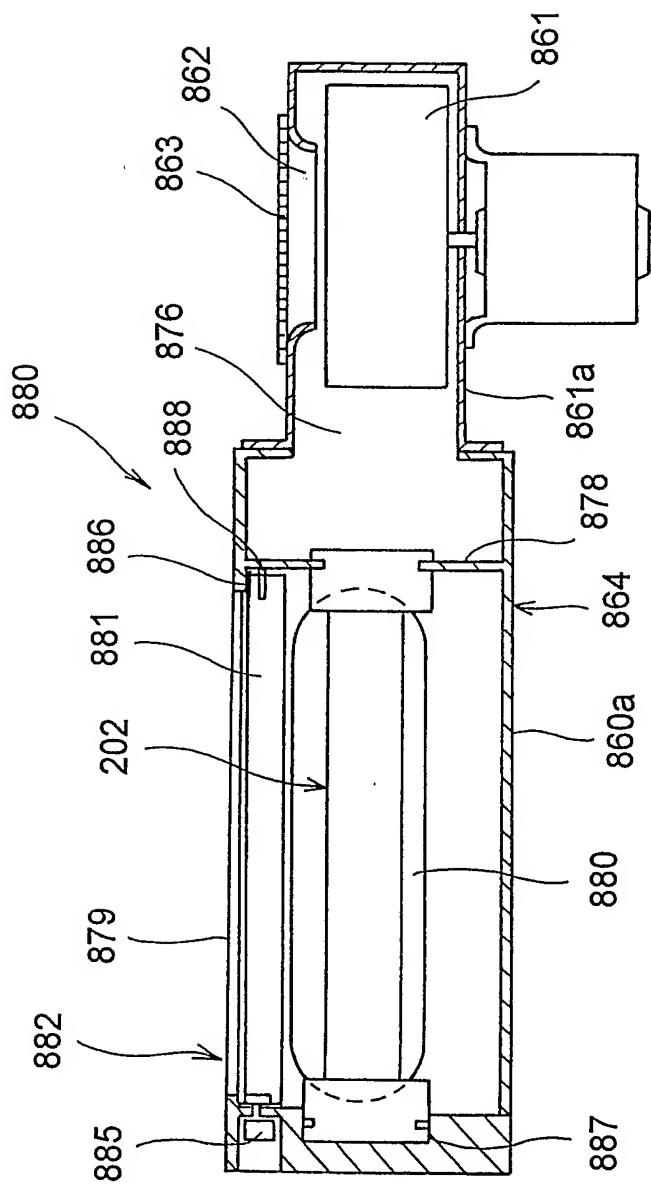


図67

67/81

図68



68/81

図69A

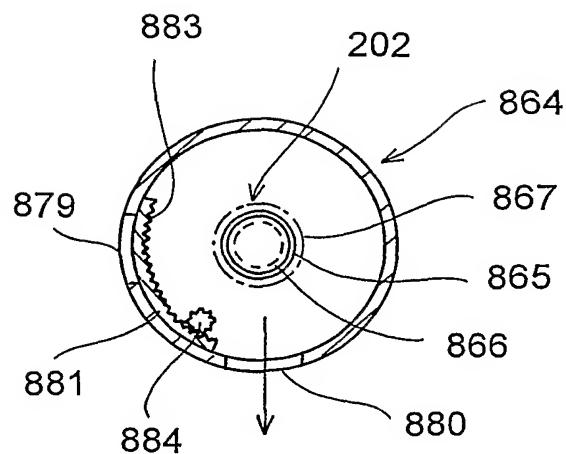


図69B

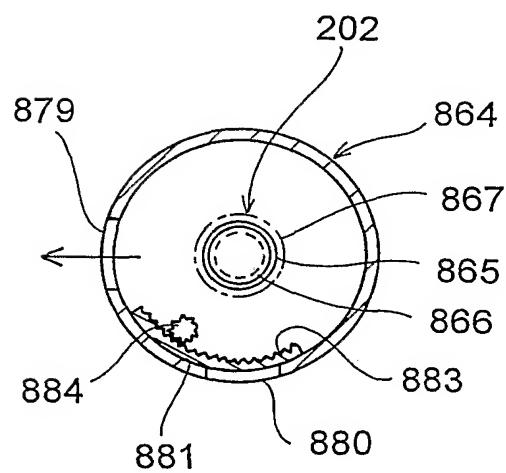
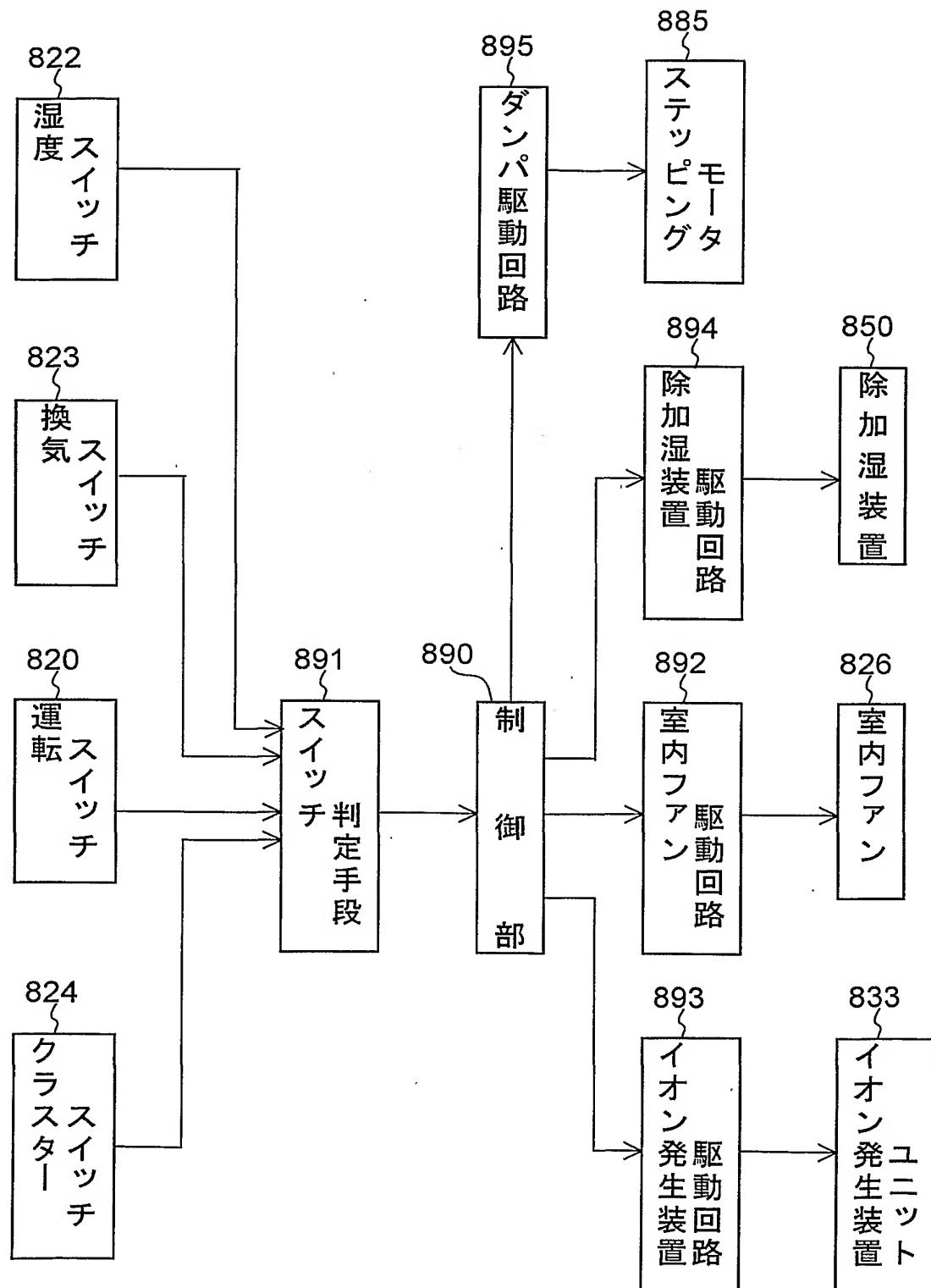
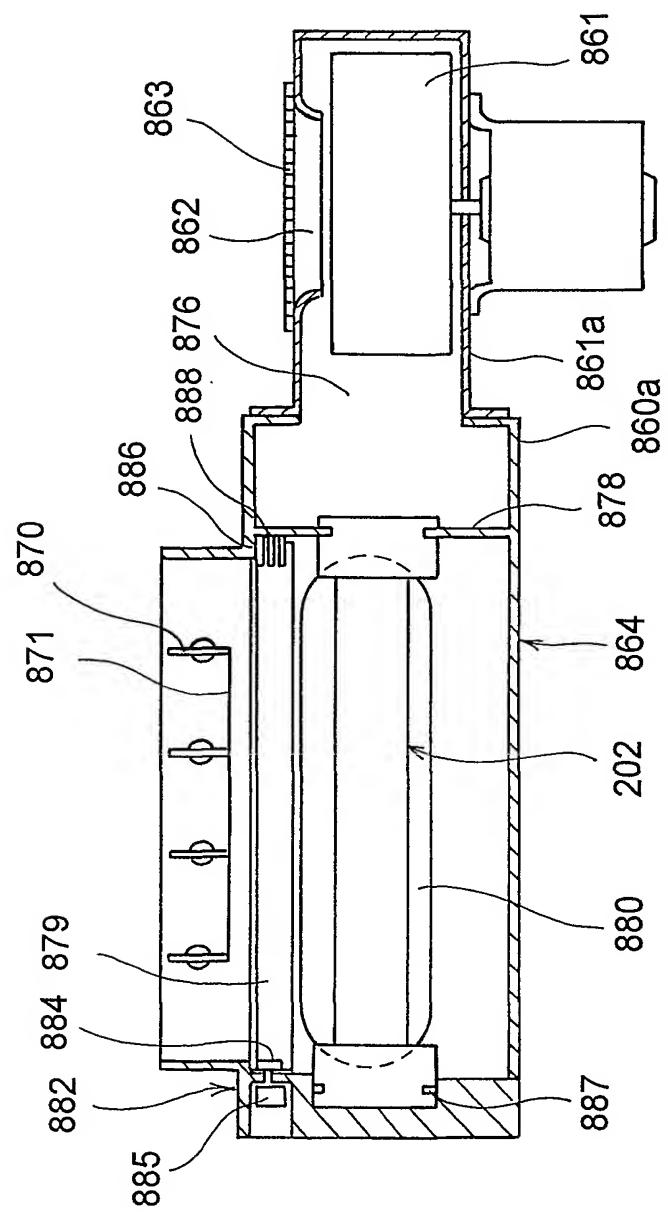


図7〇

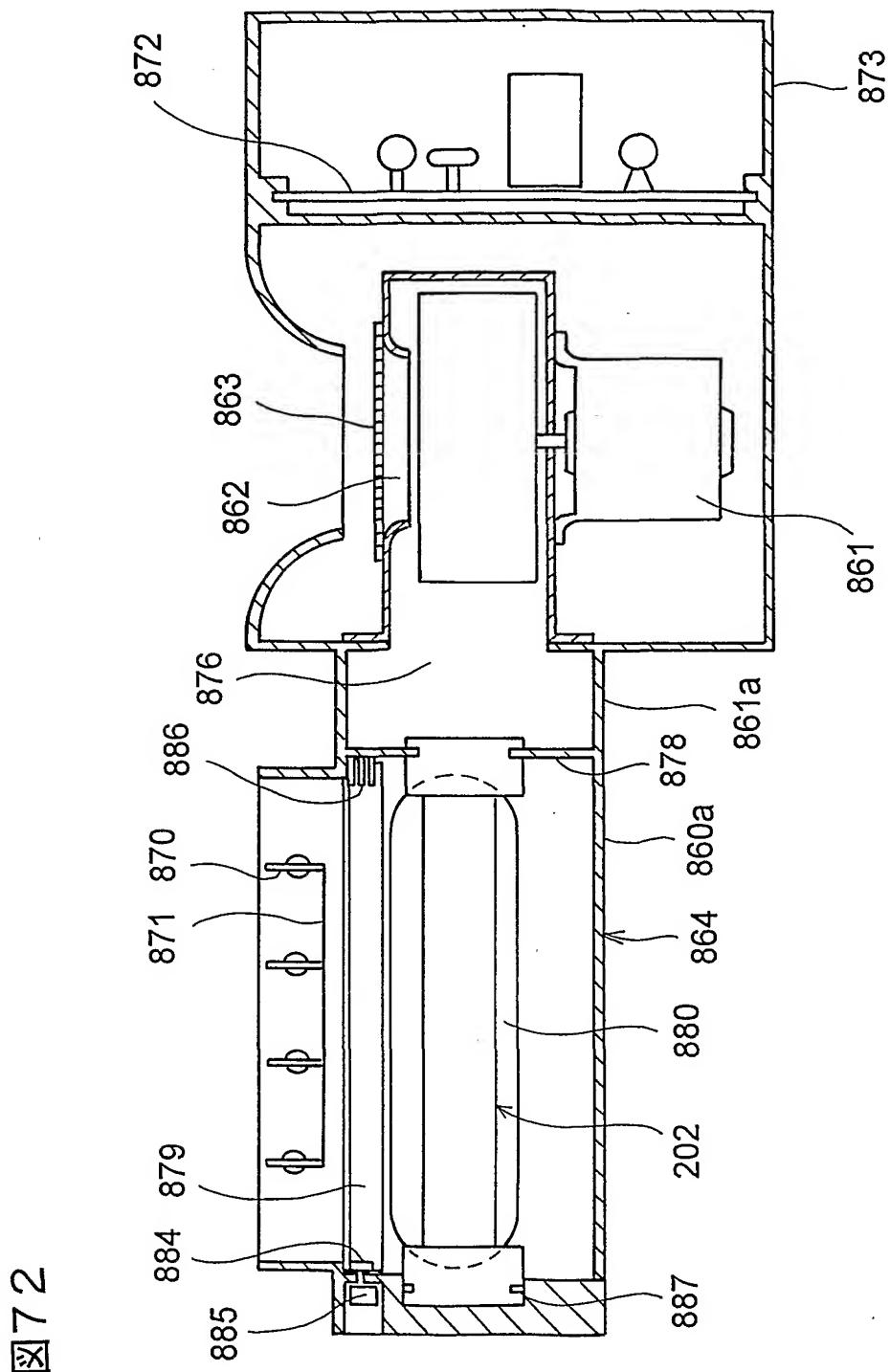


70/81

図71

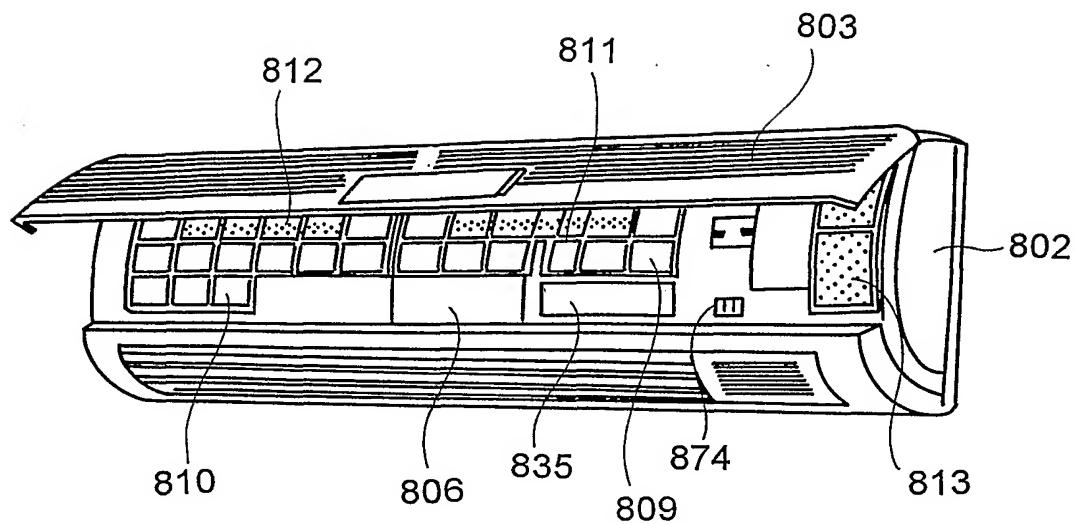


71/81



72/81

図73



73/81

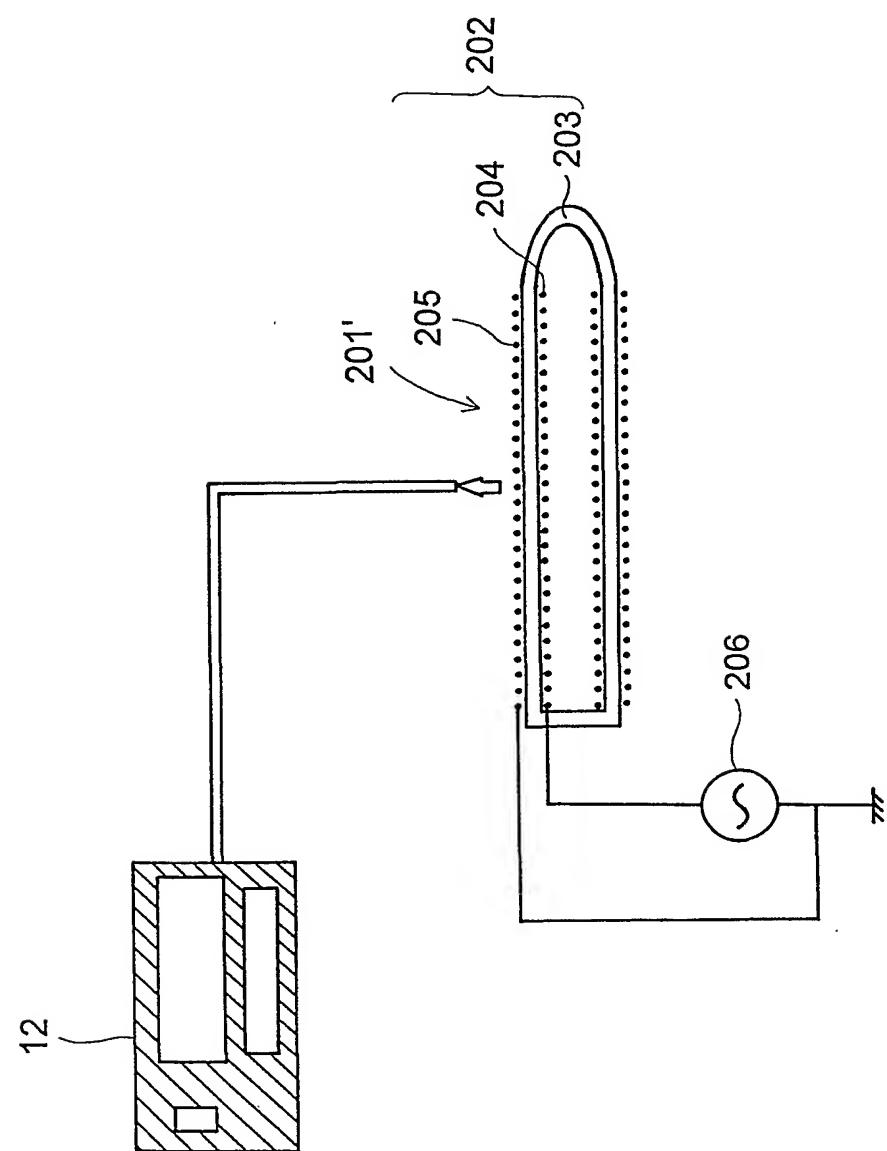
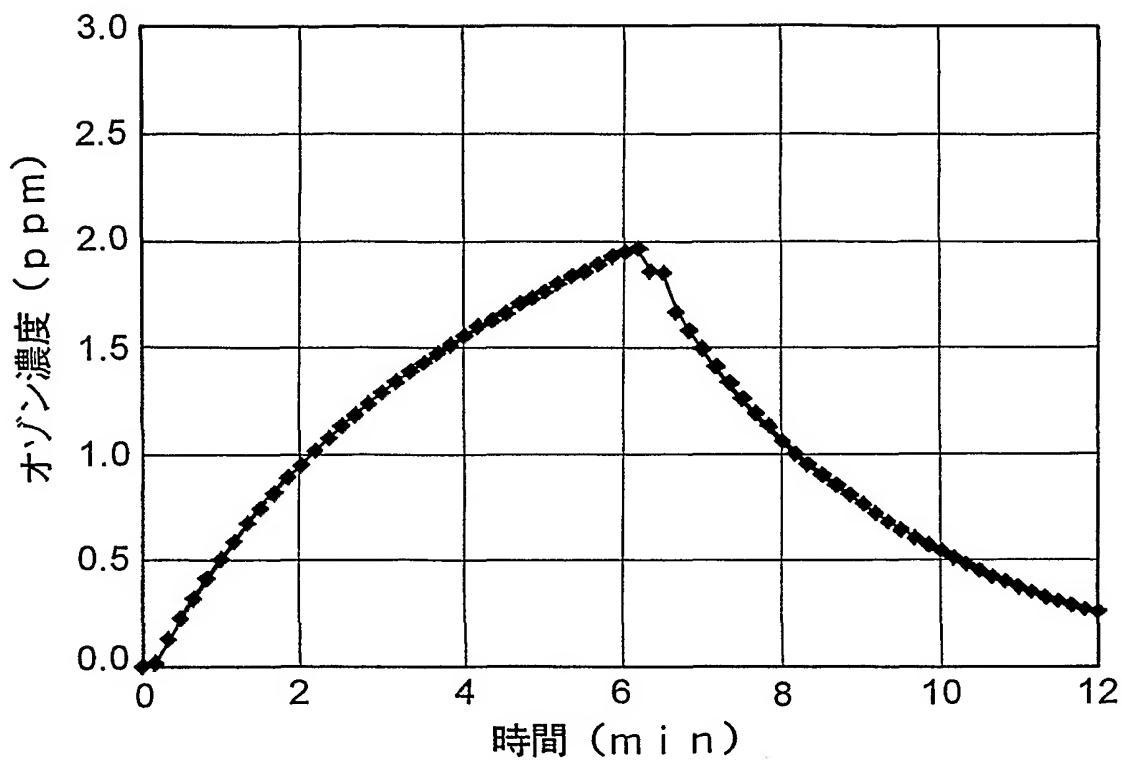


図74

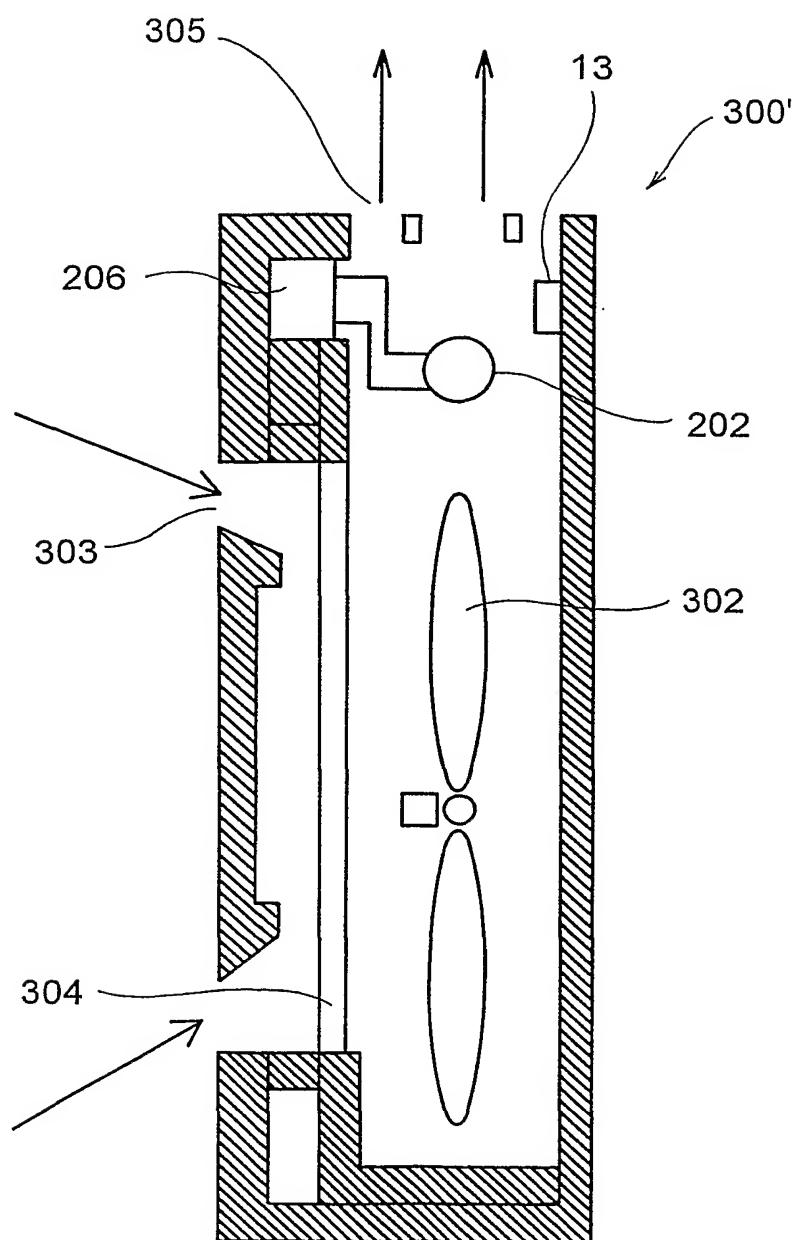
74/81

図75



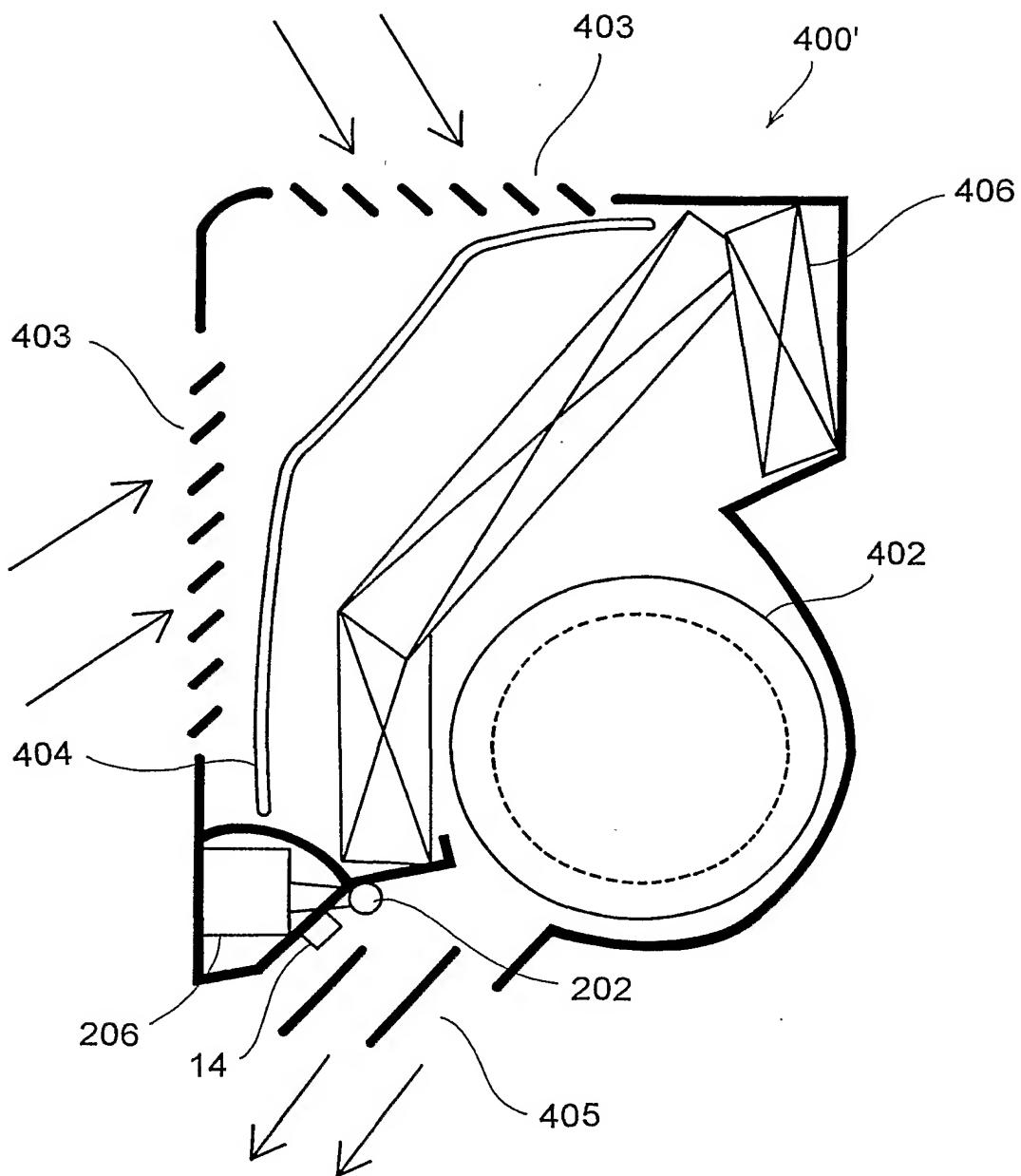
75/81

図76



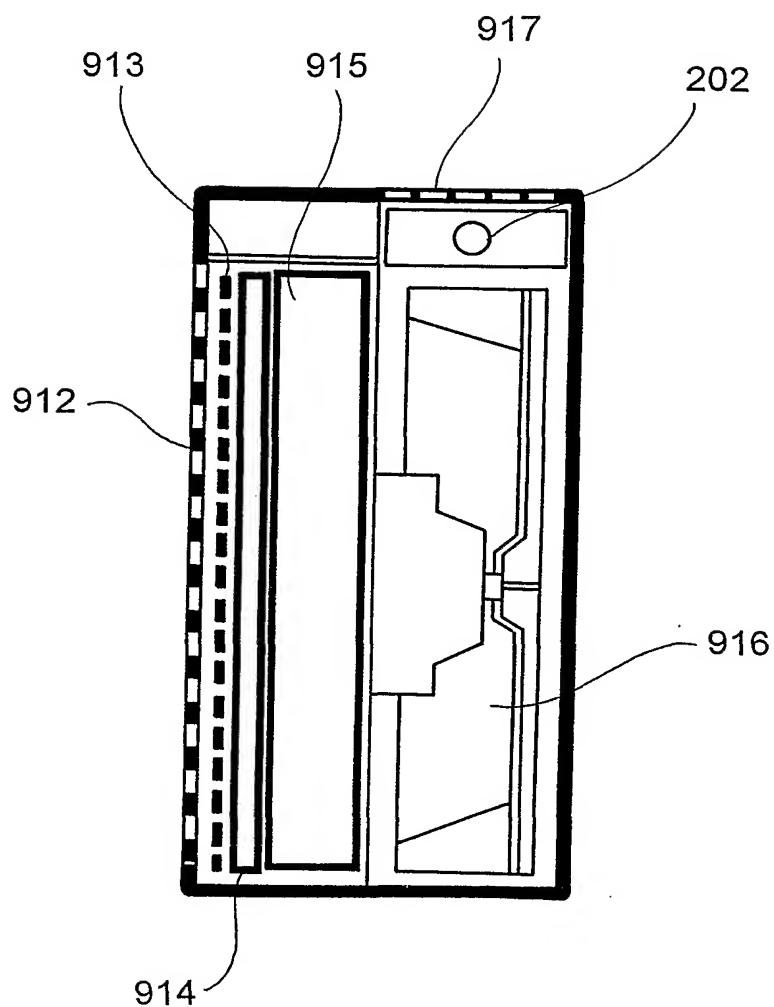
76/81

図77



77/81

図78



78/81

図 79

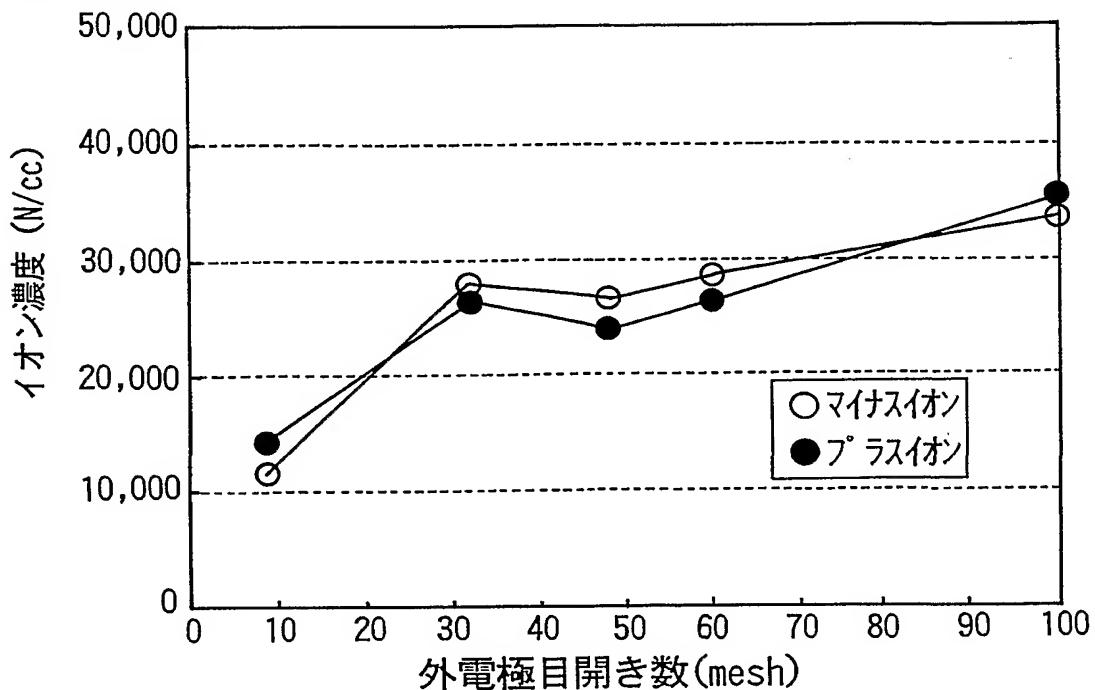
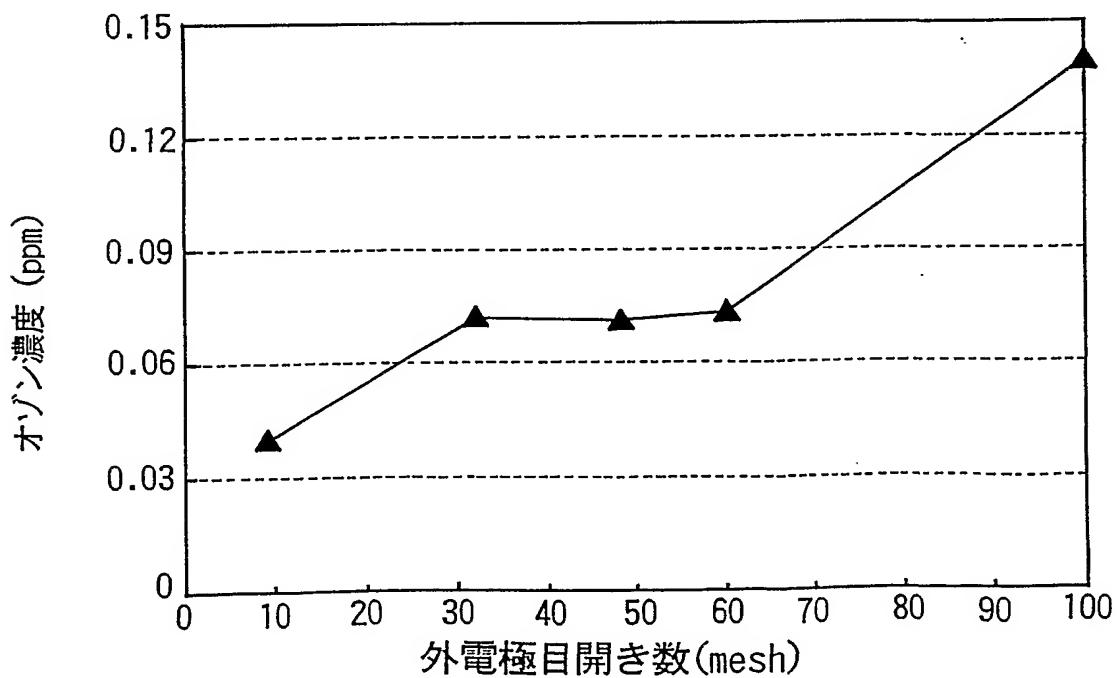
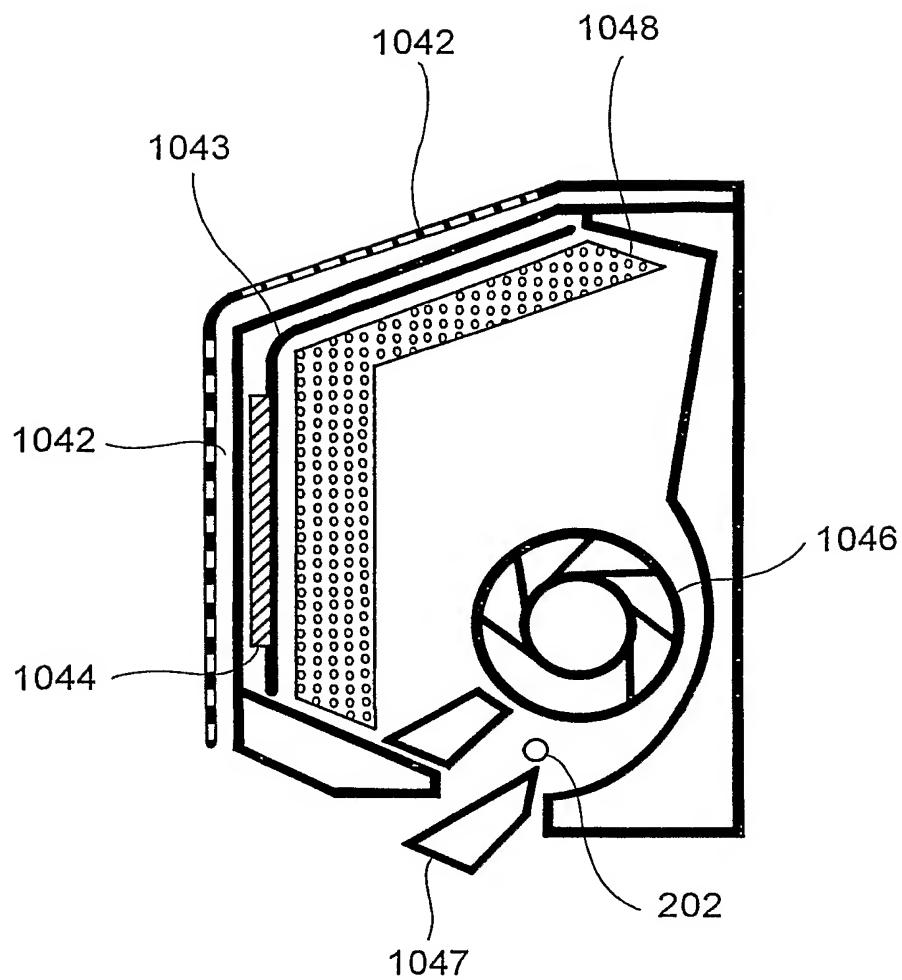


図 80



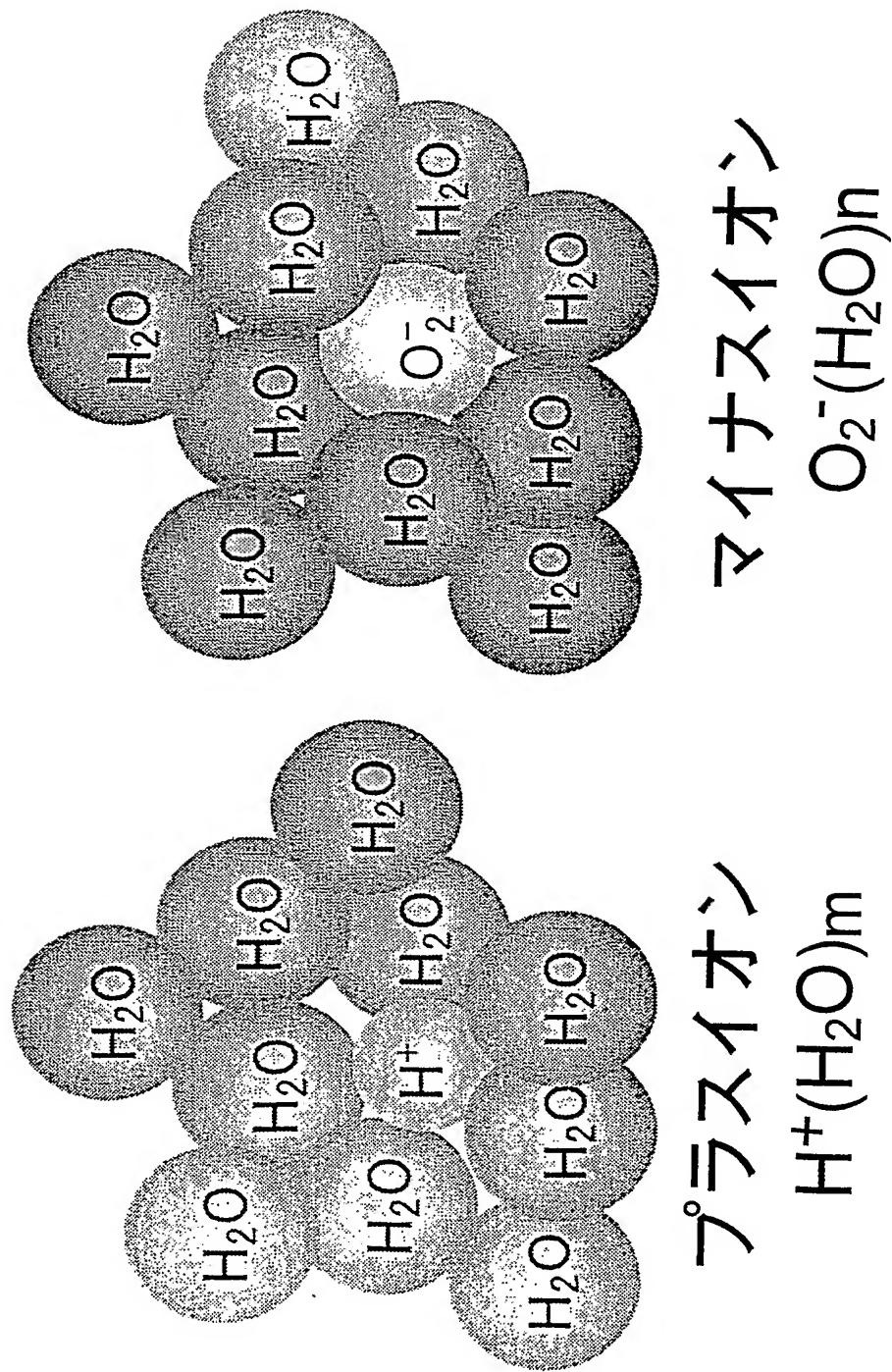
79/81

図8 1

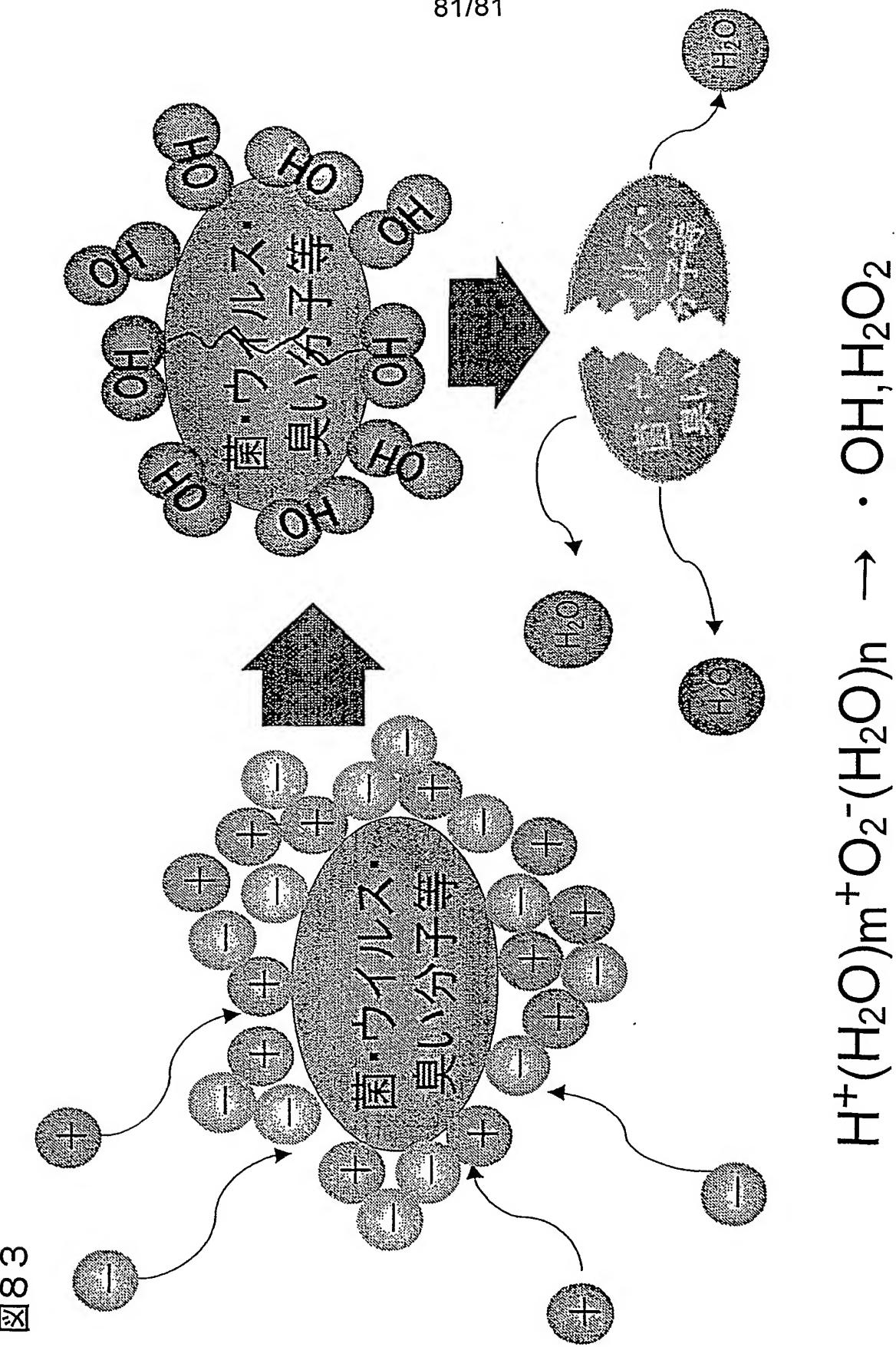


80/81

図82



81/81



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/04140

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ A61L9/22, F24F7/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ A61L9/22, F24F7/00, H01T23/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
 Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001
 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 4-135615 A (Mitsubishi Electric Corporation), 11 May, 1992 (11.05.92), Claims; working example; Fig. 1 (Family: none)	1-12, 45, 46 13-45, 47, 48
X	JP 55-54957 A (Fuji Kigyo K.K.), 22 April, 1980 (22.04.80), Claims (Family: none)	1-6
X	JP 9-192209 A (Yuuzen K.K.), 29 July, 1997 (29.07.97), Claims; Par. No. [0001] & US 5883934 A	1
X	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 151893/1989 (Laid-open No. 89123/1991), (Nippon Shokubai Kagaku Kogyo Co., Ltd.), 11 September, 1991 (11.09.91), Claims of Utility Model; Figs. 2, 3 (Family: none)	1-12, 45-48

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A"	document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E"	earlier document but published on or after the international filing date
"L"	document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O"	document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P"	document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T"	later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y"	document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&"	document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
08 August, 2001 (08.08.01)Date of mailing of the international search report
21 August, 2001 (21.08.01)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/04140

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 7-89702 A (Fuji Electric Co., Ltd.),	1-12
A	04 April, 1995 (04.04.95),	13-44
Claims; Par. Nos. [0001], [0010], [0011]; Fig. 1 (Family: none)		
A	JP 3061585 U (Takashi SUZUKI),	1-48
24 September, 1999 (24.09.99) (Family: none)		
A	JP 11-60207 A (Toshiba Corporation),	1-48
02 March, 1999 (02.03.99) (Family: none)		

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int. C 17 A 61 L 9/22, F 24 F 7/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int. C 17 A 61 L 9/22, F 24 F 7/00, H 01 T 23/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2001年
 日本国実用新案登録公報 1996-2001年
 日本国登録実用新案公報 1994-2001年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリーエ	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	J P 4-135615 A (三菱電機株式会社) 11. 5月. 1992 (11. 05. 92) 特許請求の範囲, 実施例, 第1図 (ファミリーなし)	1-12, 45, 46 13-45, 47, 48
X	J P 55-54957 A (富士企業株式会社) 22. 4月. 1980 (22. 04. 80), 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-6
X	J P 9-192209 A (有限会社優然) 29. 7月. 1997 (29. 07. 97), 特許請求の範囲, 第1段落 & U S 5883934 A	1

 C欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリ

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

08. 08. 01

国際調査報告の発送日

21.08.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

内田 淳子



4C

8115

電話番号 03-3581-1101 内線 3452

C (続き) 関連すると認められる文献		関連する請求の範囲の番号
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	
X	日本国実用新案登録出願1-151893号（日本国実用新案登録出願公開3-89123号）の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（日本触媒化学工業株式会社） 11. 9月. 1991 (11. 09. 91) 実用新案登録請求の範囲, 第2, 3図 (ファミリーなし)	1-12, 45-48
X	JP 7-89702 A (富士電機株式会社)	1-12
A	4. 4月. 1995 (04. 04. 95) 特許請求の範囲, 第1, 10, 11段落, 図1 (ファミリーなし)	13-44
A	JP 3061585 U (鈴木高志) 24. 9月. 1999 (24. 09. 99) (ファミリーなし)	1-48
A	JP 11-60207 A (株式会社東芝) 2. 3月. 1999 (02. 03. 99) (ファミリーなし)	1-48